



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**ESTUDIO DE PERFIL DEL PROYECTO “CONSTRUCCIÓN DE
MINIACUEDUCTO POR BOMBEO ELECTRICO (MABE) EN LA
COMUNIDAD ANITA, MUNICIPIO DE JINOTEGA, DEPARTAMENTO DE
JINOTEGA”.**

Para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por

Br. Jael Denisse Pérez Centeno

Tutor

MSc. Yader Molina Lagos

Managua, Enero de 2020

DEDICATORIA

El presente documento está dedicado principalmente a Dios que es el que me otorga la paciencia, fortaleza y convicción para luchar por mis sueños y afrontar las dificultades y retos que se me han presentado en todo el transcurso de mi carrera, a mis padres por su amor, confianza y por todos los sacrificios que han realizado para que yo pueda llegar a esta etapa y a mis hermanos por apoyarme incondicionalmente y tener siempre palabras de ánimo en todos los proyectos que me he propuesto llevar a cabo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a Dios por haberme permitido llegar hasta esta etapa de culminación de mi carrera creyendo firmemente en su palabra y en los propósitos que él tiene para mi vida, a mi familia por el esfuerzo, la confianza y dedicación que han puesto en mí, apoyándome incondicionalmente en todos los aspectos en este transcurso.

A su vez quiero extender mi agradecimiento al MSc. Yader Molina por haberme brindado conocimientos técnicos y consejos de mucha importancia para mi desarrollo personal y profesional.

Agradezco enfáticamente a la Universidad Nacional de Ingeniería, por abrirme sus puertas para ser un buen profesional, así como también a aquellos docentes que me impartieron clases de calidad a lo largo de esta etapa y me brindaron conocimientos importantes.

Índice de contenido

CAPÍTULO I: GENERALIDADES	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Antecedentes	2
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos	4
• Objetivo General	4
• Objetivos Específicos.....	4
1.5. Marco teórico	5
CAPÍTULO II: DETERMINACIÓN DE ESTUDIO DE DEMANDA	21
2.1. Límites, localización y acceso.....	21
2.1.1. Macro localización	21
2.1.2. Micro localización.....	23
2.1.3. Actividades económicas.....	29
2.1.4. Infraestructura Social Existente	30
2.2. Cálculo de la tasa de crecimiento poblacional	31
2.2.1. Proyección de la población.	32
CAPÍTULO III: ESTUDIO TÉCNICO	34
3.1. Dotación y población a servir.....	34
3.1.1. Periodo de diseño	34
3.1.2. Consumo poblacional.....	35
3.1.3. Variaciones de consumo	35
3.1.4. Pérdidas en el sistema	35
3.2. Fuentes de abastecimiento.....	38
3.2.1. Aforo	38

3.2.2.	Calidad del agua.....	38
3.2.3.	Tratamiento	40
3.2.4.	Cloración	41
3.3.	Diseño.....	44
3.3.1.	Obra de captación.....	44
3.3.2.	Filtro	51
3.3.3.	Tanque de almacenamiento.....	54
3.3.4.	Selección de la bomba.....	58
3.3.5.	Electrificación del sistema	63
3.3.6.	Diseño hidráulico de la línea de conducción.....	63
3.3.7.	Tiempo de bombeo.....	64
3.3.8.	Diseño de red de distribución.....	65
3.3.9.	Actividades de construcción	83
3.4.	Aspectos legales y de funcionamiento.....	84
3.4.1.	Participación comunitaria.....	85
3.4.2.	Organigrama.....	85
3.4.3.	Costos de funcionamiento.	86
3.4.4.	Tarifa.	86
	CAPÍTULO IV: EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA	90
4.1.	Generalidades.....	90
4.1.1.	Vida útil.....	90
4.1.2.	Tasa de cambio.....	90
4.2.	Inversión del proyecto.	90
4.2.1.	Activos fijos	91
4.2.2.	Activos diferidos	93
4.2.3.	Costos de operación	94
4.2.4.	Ingresos	96
4.2.5.	Flujo neto de efectivo (FNE) usando tarifa social	98

4.3. Análisis de beneficio	99
4.3.1. Tasa mínima atractiva de rendimiento (TREMA)	101
4.3.2. Flujo Neto de Efectivo (FNE)	101
4.3.3. Análisis de sensibilidad	103
 CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	104
5.1. Conclusiones.....	104
5.2. Recomendaciones.....	105
 BIBLIOGRAFÍA.....	106

Índice de cuadro

Cuadro 1 Dotaciones para el interior del país	9
Cuadro 2 Períodos de diseños de sistemas de abastecimiento.....	13
Cuadro 3 Estudio poblacional y tasa de crecimiento	32
Cuadro 4 Población proyectada.....	33
Cuadro 5 Períodos de diseños.....	34
Cuadro 6 Variaciones de consumo	37
Cuadro 7 Parámetros físicos-químicos	38
Cuadro 8 Parámetros bacteriológicos.....	39
Cuadro 9 Parámetros Organolépticos.....	40
Cuadro 10 Dosificación de cloro	43
Cuadro 11 Pérdidas localizadas como longitudes de tubería	59
Cuadro 12 Coeficientes de rugosidad de las tuberías	60
Cuadro 13 Pérdidas en tuberías de conducción	60
Cuadro 14 Sumatoria de Pérdidas.....	61
Cuadro 15 Carga Total Dinámica.....	62
Cuadro 16 Tiempo de Bombeo	65
Cuadro 17 Distribución nodal de consumo, en base a cantidad de casas por tramo.....	73
Cuadro 18 Longitudes y diámetros de la red	75
Cuadro 19 Características de trabajo durante consumo máximo horario de las tuberías en la red.....	79
Cuadro 20 Resumen de resultados de EPANET, en ambos casos (con consumo y sin consumo)	81
Cuadro 21 Cálculo de tarifa	87
Cuadro 22 Cálculo de costo de edificaciones	92
Cuadro 23 Costo de Equipo.....	93
Cuadro 24 Activos diferidos.	93
Cuadro 25 Inversión total.....	94
Cuadro 26 Costos de Administración.....	94

Cuadro 27 Costos varios	95
Cuadro 28 Costo de mantenimiento	95
Cuadro 29 Resumen de Costos Totales	96
Cuadro 30 Tarifas según CAPS.....	96
Cuadro 31 Ingresos	97
Cuadro 32 FNE con Ingresos sociales.....	98
Cuadro 33 Ahorro en Gastos de Enfermedades	100
Cuadro 34 Tarifa de CAPS	101
Cuadro 35 Flujo neto de efectivo usando Tarifa CAPS.....	102
Cuadro 36 Flujo neto de efectivo usando Tarifa CAPS.....	103

Índice de figura

Figura 1 Mapa de Macro localización	22
Figura 2 Mapa de Micro localización.....	24
Figura 3 Gráfico de Distribución Poblacional	26
Figura 4 Gráfico de Rango de Edades.....	26
Figura 5 Gráfico de Nivel de Escolaridad.....	27
Figura 6 Gráfico de Tipos de materiales de construcción	27
Figura 7 Gráfico de Tipos de Piso.....	28
Figura 8 Gráfico de Tipos de Techo.....	28
Figura 9 Gráfico de Actividades Económicas	29
Figura 10 Gráfico de Distribución Agrícola	29
Figura 11 Vista en planta obra de captación.....	45
Figura 12 Sección transversal de obra de captación	46
Figura 13 Sección Longitudinal del Desarenador	47
Figura 14 Vista en planta del Desarenador.....	48
Figura 15 Planta de Cárcamo de Bombeo y Sarta de Equipo de Bombeo ...	49
Figura 16 Sección de cárcamo de bombeo y sarta de equipo de bombeo ...	50
Figura 17 Corte transversal y vista superior del filtro.	52
Figura 18 Vista de Elevación de Filtro Presurizado	53
Figura 19 Vista en planta tanque de almacenamiento	56
Figura 20 Vista de Sección Transversal de Tanque de Almacenamiento	57
Figura 21 Sistema de distribución utilizado.....	68
Figura 22 Esquema Hidráulico, ubicación de nodos a utilizar para la simulación hidráulica.....	70
Figura 23 Esquema Hidráulico, ubicación de las tuberías a utilizar para la simulación hidráulica.....	71
Figura 24 Elevaciones de cada nodo.....	72
Figura 25 Longitudes de la red	74
Figura 26 Presiones en el sistema con consumo máximo horario	77
Figura 27 Velocidades en el sistema con consumo máximo horario	78

Figura 28 Presiones en el sistema sin consumo en la red..... 80

Figura 29 Organigrama..... 86

Índice de ecuaciones

Ecuación 1 Población Proyectada	6
Ecuación 2 Densidad Familiar por Vivienda	7
Ecuación 3 Cobertura de Agua Potable	8
Ecuación 4 Número de Conexiones Domésticas	8
Ecuación 5 Consumo Promedio Diario	16
Ecuación 6 Tasa de crecimiento poblacional	32
Ecuación 7 Proyección poblacional	32
Ecuación 8 Consumo Promedio Diario	35
Ecuación 9 Cálculo de pérdidas en el sistema	35
Ecuación 10 Consumo máximo día	36
Ecuación 11 Consumo máximo hora	36
Ecuación 12 Volumen de cloro	41
Ecuación 13 Hipoclorito de calcio	41
Ecuación 14 Volumen de la solución	41
Ecuación 15 Gasto por goteo del hipoclorador	42
Ecuación 16 Volumen del Tanque	54
Ecuación 17 Dimensionamiento de base del tanque de almacenamiento	55
Ecuación 18 Longitud del Tanque.....	55
Ecuación 19 Altura del Agua en el Tanque	55
Ecuación 20 Pérdidas locales	58
Ecuación 21 Pérdidas en la descarga.....	59
Ecuación 22 Carga total dinámica	61
Ecuación 23 Potencia de la bomba.....	62
Ecuación 24 Potencia del motor.	63
Ecuación 25 Diámetro eficiente para la línea de conducción.....	64
Ecuación 26 Cálculo de tiempo de bombeo.....	64
Ecuación 27 Pérdidas por fricción.....	82
Ecuación 28 Cálculo de tarifa por rango de consumo.....	86

CAPITULO I: GENERALIDADES

Capítulo I: Generalidades

1.1. Introducción

El agua es un componente fundamental para la vida en el planeta. Todas las formas de vida en la Tierra dependen del agua, de ahí la importancia no solo para la salud sino para la supervivencia de los seres humanos.

Actualmente, en algunas zonas rurales de Nicaragua no se poseen sistemas de abastecimiento de agua potable convencional, esto a pesar de que el país cuenta con abundantes recursos hídricos. Las poblaciones que habitan esas comunidades, suelen caminar grandes distancias hasta una fuente de abastecimiento, el agua que logran almacenar no cumple con los estándares de calidad para ser consumida por los seres humanos, lo que genera enfermedades de tipo infeccioso, vómitos y diarrea, ocasionando gastos innecesarios en cobertura de salud.

Hoy en día, el departamento de Jinotega es parte de la problemática, ya presenta un alto grado de deficiencia en abastecimiento de agua potable, en cuanto a que muchas de las comunidades no cuentan con condiciones para captar aguas superficiales y así acceder a una mejor calidad de vida, higiene, salud y desarrollo socio-económico, por tal razón demandan la construcción de un sistema de agua potable; una de estas comunidades particulares es Anita localizada en el municipio de Jinotega, esta tiene serias deficiencias con el abastecimiento de agua. Como solución a dicha problemática, se propuso la construcción de un Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE), el cual consistió en un sistema de abastecimiento, donde el agua fue captada de una fuente y empujada con ayuda de bombas hidráulicas para elevarla hasta un tanque de almacenamiento y así, distribuir el agua por medio de gravedad en la comunidad, este abastecimiento comunitario suple una demanda de 200 habitantes y, se detalló en un estudio de perfil.

1.2. Antecedentes

La comunidad de Anita, perteneciente al Municipio de Jinotega, del departamento de Jinotega, se localiza en las coordenadas 13° 14' 21.14"N, 86° 01' 54.81"O, ubicada a 28 kilómetros del municipio de Jinotega. La población se distribuye en 45 viviendas familiares para un total de 175 habitantes. Desde el año 2012 la Alcaldía Municipal de Jinotega se ha venido dando la tarea de la conformación, ratificación y legalización de Comité de Agua Potable y Saneamiento (CAPS). La mayoría de CAPS de la zona rural del municipio Jinotega, no poseen fondos de ahorro o fondos de reposición de activos que nos le permite dar un mantenimiento preventivo o correctivo a los componentes de su sistema de abastecimiento de agua potable. Y cuando necesitan hacer reparaciones y construir un nuevo sistema de abastecimiento, se recolecta dinero entre los pobladores que se benefician para ejecutar los proyectos de agua potable, muchas veces las recolectas no logran reunir las cantidades suficientes para dicha ejecución, por lo que, los proyectos quedan suspendidos, abandonados o simplemente no se vuelve a tocar el tema.

En la comunidad Anita no se contaba con un servicio de agua potable por lo que se abastecía de un ojo de agua. Debido a esto, la comunidad hacía un promedio de 3 viajes diarios para acarrear agua y así suplir sus necesidades. Una vez que terminaban de hacer los viajes, la almacenaban en bidones que iban recogiendo o recopilando de agroquímicos utilizados en agricultura lo que representaba un grave peligro para la salud humana. Basados en estudios realizados en la comunidad, la fuente de abastecimiento no contaba con un plan de saneamiento, el acarrear diariamente agua provocaba desgaste en la población y muchas veces el agua contenía mal olor, mal sabor y color, provocando enfermedades como diarrea e infecciones.

1.3. Justificación

La construcción de un Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE) en la comunidad Anita es importante porque se establecerá las condiciones adecuadas para una correcta captación, transporte, almacenamiento y distribución de agua con la suficiente calidad para el consumo humano.

Una vez que los pobladores tengan el MABE, estos verán reducido drásticamente los tiempos de transporte de agua, pues contarán con acometidas domiciliarias con lo cual les bastará con abrir la llave de paso para obtener el vital líquido.

Con la realización de este proyecto, se podrá reducir la incidencia de enfermedades infecto contagiosas que se presentan en la época de lluvias, así como también se reducirá el trabajo o desgaste físico que incurren los miembros de las familias y principalmente las mujeres en el traslado y acarreo del agua. Al reducir la cantidad de enfermedades las personas de la comunidad ahorrarán el dinero que se podría gastar en salud producto de dichas enfermedades lo que implica un beneficio directo a toda la comunidad. El contar con documento de perfil es importante porque permitirá reducir la incertidumbre en cuanto a la demanda, localización, tamaño, diseño y actividades de construcción que pueda llevar el sistema, por tanto, les brindará a los tomadores de decisión los criterios necesarios para evaluar si el proyecto se debe o no llevar a cabo. Por esta razón es importante determinar la viabilidad del proyecto, ya que en un futuro este servirá para futuros inversionistas como por ejemplo la alcaldía o instituciones que tengan dentro de su quehacer el abastecimiento de agua y/o mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes mediante proyectos que permitan el desarrollo de las comunidades en cuanto a actividades económicas.

1.4. Objetivos

- **Objetivo General**

Formular y evaluar el proyecto de la construcción de un Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE) en la comunidad Anita del municipio de Jinotega, departamento de Jinotega a nivel de perfil para analizar su rentabilidad socioeconómica.

- **Objetivos Específicos**

Realizar un diagnóstico de situación actual de la comunidad para establecer la demanda de la zona en estudio.

Establecer los requerimientos técnicos necesarios de diseño para la construcción del MABE.

Analizar la rentabilidad del proyecto mediante una evaluación socioeconómica.

1.5. Marco teórico

Para la realización de esta investigación será necesaria la definición de ciertos aspectos teóricos que a continuación se muestran.

Se entiende como proyecto “la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema, la cual tiende a resolver una necesidad humana”. (Urbina, Formulación de Proyectos, 2013, p. 2)

Estudio a nivel de perfil “es una descripción simplificada de un proyecto. Además de definir el propósito y la pertenencia del proyecto, presenta un primer estimado de las actividades requeridas y la inversión total que se necesitará, así como los costos operativos anuales”.

Diagnóstico de situación actual “es una técnica para el análisis de alternativas y la valoración de sus consecuencias”. (Vilar, 1992). Este diagnóstico ha de ser integral y está referido a conocer los grupos involucrados en el proyecto, cantidad y características, el área de influencia, las condiciones de entrega de los bienes y servicios en los que el proyecto intervendrá, medios sustitutos o alternativos empleados por la población beneficiaria. Debe aplicarse un enfoque sistémico para realizar un adecuado diagnóstico situacional. (SNIP, 2008)

Cuando se habla del Estudio de la población “es aquel que nace con la estadística y la creación de censos regulares y universales. Para estudiar a la población es necesario contar con información relativamente reciente, por ello los censos constituyen la fuente fundamental de información y está definida la necesidad de levantarlos en períodos no superiores a los 10 años”. (Sauvy, 1991)

Método de proyección de la población se entiende como “La población a servir es el parámetro básico con el cual se diseñan los elementos de las obras de abastecimiento de agua; pudiéndose establecer diferentes criterios para la estimación de la misma dependiendo de las características de la población, objeto de estudio, el tipo y configuración de la localidad”.

La proyección de la población esperada a lo largo del período de diseño se calcula por medio de la fórmula del Método Geométrico. Esta técnica se basa en la hipótesis de un porcentaje de crecimiento geométrico, supone que la tasa de crecimiento es proporcional al tamaño de la población.

Se entiende por demanda “la cantidad de bienes o servicios que el mercado requiere o solicita para buscar la satisfacción de una necesidad específica o un precio determinado”. (Urbina, Formulación de Proyectos, 2013, pág. 28)

Se denomina análisis de demanda aquella que se “determina mediante las proyecciones demográficas, dotaciones, niveles de cobertura y pérdidas esperadas para el período previsto. El proyecto debe tener un tamaño determinado por la demanda estimada hacia el final del periodo de diseño de las obras que se adopten. La proyección de la demanda del servicio de agua potable, considera los aspectos a ser descritos en esta sección” (SNIP, 2012, pág. 62).

Proyección de la población se determina “a partir de los censos de población y proyecciones del INIDE. En casos que no se cuente con esta información se puede considerar información del Consejo Supremo Electoral, dado que tiene empadronada a la población de su área de influencia. Si la estadística de población no está actualizada al momento de formulación del estudio, se deberá proyectar la población del último censo con una tasa de crecimiento ínter censal hasta el periodo actual, que corresponde a una tasa de crecimiento geométrico estimada por el INIDE. La siguiente expresión muestra cómo proyectar dicha población.

$$P_n = P_0 (1 + \delta)^n$$

Ecuación 1 Población Proyectada

Donde:

n: número de años entre el último censo y el presente año

δ : Tasa de crecimiento (anual) entre últimos dos censos

P_0 : Población actual (población del último censo)

P_n : Población proyectada

Si no hay estadísticas, deberá realizar un conteo de población o estimar sobre la base de la cantidad de viviendas y la densidad promedio de habitantes por vivienda, luego de aplicar una encuesta socioeconómica.”

Densidad por lote (vivienda) y Cobertura de agua potable se determina “si la proyección del consumo doméstico de agua potable se realiza a nivel de viviendas, debe establecer el número promedio de personas por vivienda basado en la información del último censo. En Nicaragua, el promedio nacional de personas por viviendas se estima en 5. En términos generales puede decirse que la densidad familiar viene determinada según la siguiente expresión:

$$df(l)_t = \frac{P(l)_t}{v(l)_t}$$

Ecuación 2 Densidad Familiar por Vivienda

Donde:

df: densidad familiar por vivienda

l: localidad

t: momento del tiempo en que se tiene la cantidad de población en la localidad

P: población total, $P(l)_t$, se lee población en la localidad ‘l’ en el momento ‘t’

v: viviendas, $v(l)_t$, se lee viviendas en la localidad ‘l’ en el momento ‘t’

La cobertura de agua potable se define como “el porcentaje de la población que es atendida con el servicio de agua potable en un año específico. Así, para estimar la cobertura actual debe tenerse información sobre la población servida con agua potable (en el año base, preferiblemente el año en que se realiza la formulación del proyecto), y la población total en ese mismo año.

Para proyectar la cobertura, deberá planificarse el nivel de cobertura deseado sobre la base de la planificación de crecimiento prospectivo de la entidad operadora del servicio. Así, la cobertura actual se obtiene como se muestra en la siguiente expresión:

$$cb(l)_t = \frac{ps(l)_t}{P(l)_t}$$

Ecuación 3 Cobertura de Agua Potable

Donde:

cb: cobertura

l: localidad

t: periodo en que se calcula la cobertura

ps: población servida

P: población total

El total de población atendida año a año, resulta de multiplicar la población proyectada por la cobertura proyectada del servicio de agua potable. El número de conexiones domésticas (nc) resulta de dividir la población servida por la densidad familiar. Véase la siguiente expresión:

$$nc_t = \frac{ps_t}{df_t}$$

Ecuación 4 Número de Conexiones Domésticas

Dotación de agua y nivel de servicio se determina “la cantidad de agua que se asigna para cada habitante y que incluye el consumo de todos los servicios que realiza en un día medio anual, tomando en cuenta las pérdidas. Se expresa en litros/habitante día. Está dotación es consecuencia del estudio de las necesidades de agua de una población, quien la demanda por los usos siguientes: para saciar la sed, para el lavado de la ropa, para el aseo personal, la cocina, para el aseo de la habitación, para el riego de las calles, para los baños, para usos industriales y comerciales, así como para el uso público.

Se aplicará en los sistemas de abastecimiento de agua potable de mayor nivel de consumo. Se denomina nivel de servicio a la forma final de aprovisionamiento de agua.

Para las ciudades del resto del país, excepto Managua, se usarán las dotaciones señaladas en la siguiente tabla.

Cuadro 1 Dotaciones para el interior del país. Ver en anexo.

Rango de población	Dotación	
	gl/hab/ día	lt/hab/día
0 – 5,000	20	75
5,000 – 10,000	25	95
10,000 – 15,000	30	113
15,000 – 20,000	35	132
20,000 – 30,000	40	151
30,000 – 50,000	45	170
50,000 – 100,000 y más	50	189

Fuente: INAA

Los consumos de agua de una localidad “muestran variaciones estacionales, mensuales, diarias y horarias. Estas variaciones pueden expresarse en función de un porcentaje del Consumo Promedio Diario (CPD). La importancia de obtener el valor de estas variaciones radica en dimensionar los componentes de los sistemas de agua y alcantarillado sanitario.”

Se denomina tarifa al sistema de precios que permite el cobro de los servicios públicos domiciliarios. Los dos conceptos principales integrantes del sistema tarifario son:

- **Tarifa Cargo Fijo:** Es el valor unitario por suscriptor independiente del nivel de consumo, con la cual se cobran los gastos administrativos y de comercialización.

- Tarifa Consumo/vertimiento: Es el valor unitario por metro cúbico que refleja los costos económicos de prestar el servicio, incluye los costos operativos, costos de inversión, los activos, las tasas ambientales. (Tarifas Vigentes, 2017).

“Los costos de operación o costos de funcionamiento del proyecto son aquellos que ocurren luego del inicio, construcción o instalación de la nueva capacidad productiva hasta la finalización de su vida útil. Se obtienen a partir de la valoración monetaria de los bienes y servicios que deben adquirirse para mantener la operatividad y los beneficios generados o inducidos por el proyecto”. (Guía de diseño de proyectos sociales, 2011)

Se entiende por estudio técnico a “la investigación que consta en presentar la determinación del tamaño óptimo de la planta, determinación de la localización óptima de la planta, ingeniería del proyecto y análisis organizativo, administrativo y legal”. (Urbina, 2010)

- Levantamiento topográfico consiste en hacer una topografía de un lugar, es decir, llevar a cabo la descripción de un terreno en concreto. Mediante el levantamiento topográfico, un topógrafo realiza un escrutinio de una superficie, incluyendo tanto las características naturales de esa superficie como las que haya hecho el ser humano. (Levantamiento Topográfico, 2014)
- El propósito de la Localización “es seleccionar la ubicación más conveniente para el proyecto, es decir aquella que frente a otras alternativas posibles produzca el mayor nivel de beneficio para los usuarios y para la comunidad, con el menor costo social”. (SNIP, 2001)
- Macro localización lleva a la preselección de una o varias áreas de mayor conveniencia. (SNIP, 2001).
- Aforo de fuente de agua consiste en la operación de medición de caudal del agua es decir el volumen de agua que pasa en un tiempo determinado, en vez de “caudal” también se puede emplear los términos “gasto”, “descarga” y a nivel de campo “riesgos”. Es necesario

medir la cantidad de agua de las fuentes, para saber la cantidad de población para la que se puede alcanzar.

Un diseño es el resultado final de un proceso, cuyo objetivo es buscar una solución idónea a cierta problemática particular, pero tratando en lo posible de ser práctico y a la vez estético en lo que se hace. Para poder llevar a cabo un buen diseño es necesario la aplicación de distintos métodos y técnicas de modo tal que pueda quedar plasmado bien sea en bosquejos, dibujos, bocetos o esquemas lo que se quiere lograr para así poder llegar a su producción y de este modo lograr la apariencia más idónea y emblemática posible. (Definición de Diseño, 2008)

Se define como fuentes de abastecimiento de agua “a un sistema de obras de ingeniería, concatenadas que permiten llevar hasta la vivienda de los habitantes de una ciudad, pueblo o área rural relativamente densa, el agua potable”. Las fuentes de abastecimiento por lo general deben de ser permanentes y suficientes, cuando no son suficientes se busca la combinación de otras fuentes de abastecimiento para suplir la demanda o es necesario su regulación. En cuanto a su presentación en la naturaleza, pueden ser fuentes superficiales (ríos, lagos, mar) o subterráneas (acuíferos). (Angarita, s.f.)

Cuando se habla de Sistema de abastecimiento de agua potable, se define como el conjunto de tuberías, instalaciones y accesorios destinados a conducir las aguas requeridas bajo una población determinada para satisfacer sus necesidades, desde su lugar de existencia natural o fuente hasta el hogar de los usuarios. El sistema de abastecimiento de agua se clasifica dependiendo del tipo de usuario, el sistema se clasificará en urbano o rural. Los sistemas de abastecimientos rurales suelen ser sencillos y no cuentan en su mayoría con red de distribución, sino que utilizan Piletas Publicas o llaves para uso común en muchas oportunidades tienen como fuente las aguas subterráneas captadas mediante una bomba manual o hidráulica. (ENACAL, 2006)

Un sistema público de suministro de agua potable es planeado, diseñado, construido y operado con el propósito de satisfacer las necesidades de agua

de una población. Por tanto, el servicio suministrado debe ser continuo, con la presión adecuada y proporcionar un agua sanitariamente segura. (INAA, 1989)

a) Para Sistemas de abastecimiento de agua potable, por medio de puestos públicos, se asignará un caudal de 30 a 40 litros por persona por día (lppd).

b) Para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias de patio, se asignará un caudal de 50 a 60 litros por personas por día (lppd).

c) Para los pozos excavados a mano y pozos perforados se asignará una dotación de 20 a 30 litros por personas por día (lppd). (INAA, 1989)

Se entiende por Obras de captación “a la estructura que construimos para captar el agua de la fuente, puede ser un dique toma (captación abierta) o caja de captación (cerrada). De esta obra sale la línea de conducción hacia el resto de los elementos del acueducto”. (FISE, 2008)

Los depósitos para el almacenamiento en los sistemas de abastecimiento de agua, tienen como objetivo suplir la cantidad necesaria para compensar las máximas demandas que se presenten durante su vida útil, brindar presiones adecuadas en la red de distribución y disponer la reserva ante eventualidades e interrupciones en el suministro de agua. (Banco Mundial)

La capacidad del tanque de almacenamiento deberá de satisfacer las condiciones siguientes:

a) Volumen Compensador: El volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo, se estimará en 15% del consumo promedio diario.

b) Volumen de reserva El volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obras de captación, se estimará igual al 20 % del consumo promedio diario.

De tal manera que la capacidad del tanque de almacenamiento se estimará igual al 35% del consumo promedio diario. (INAA, 1989)

Para determinar los parámetros de diseño en los proyectos de abastecimiento de agua se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema. (INAA, 1989)

- Para el cálculo del período de diseño para el abastecimiento de los componentes del Sistema, deberán satisfacer las demandas futuras de la comunidad.
- Qué elementos del sistema deben diseñarse por etapas
- Cuáles serán las previsiones que deben de considerarse para incorporar los nuevos elementos al sistema.

A continuación, se indican los períodos de diseños económicos de los elementos componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable. (ENACAL, 1989)

Cuadro 2 Períodos de diseños de sistemas de abastecimiento. Ver en anexo.

Tipos de Componentes	Período de Diseño
Pozos excavados	10 años
Pozos perforados	15 años
Captaciones Superficiales y manantiales	20 años
Desarenador	20 años
Filtro Lento	20 años
Líneas de Conducción	15 años
Tanque de Almacenamiento	20 años
Red de Distribución	15 años

Fuente: ENACAL

Se entiende como línea de conducción a “la que transporta el agua desde la fuente de abastecimiento, y desde el tanque hasta la red de distribución o captación, hasta el tanque de almacenamiento. La construimos, generalmente de PVC-SDR26, excepto en tramos donde la tubería no se pueda enterrar o cruces aéreos de ríos y quebradas, en donde utilizamos tubos de hierro galvanizado”. (FISE, 2008)

El reservorio o embalse, en hidrografía, es una acumulación de agua producida por una obstrucción en el lecho de un río o arroyo que cierra parcial o totalmente su cauce. (FISE, 2008)

Sistema de cloración: Para desinfectar o clorar el agua instalamos en el tanque de almacenamiento un hipoclorador de carga constante.

Demanda de obras de saneamiento se denomina como “la evidencia de cómo esta afecta la salud en la población del área de influencia y las carencias y/o déficit cuantitativa y cualitativa de estos servicios. Problemas de accesibilidad, oferta inadecuada no acorde a las condiciones socio culturales y económicas de la población, contaminación de los recursos de agua y ambiental y desmejoramiento de la calidad de vida son factores a considerar.”

Algunas fuentes de agua requieren de otros tipos de tratamiento que dependen de la calidad del agua en cada acueducto, por ejemplo: para eliminar el hierro se construyen sistemas de aireación”. (FISE, 2007)

Se entiende por Red de distribución “a un sistema de tuberías de PVC-SDR26, que permite distribuir el agua a los diversos puntos de consumo en la comunidad, los que pueden ser puestos públicos o puestos de patio”. (FISE, 2007)

Para el cálculo de las velocidades y presiones permisibles, se recomienda fijar valores de las velocidades del flujo en los conductos en un rango para evitar erosión interna o sedimentación en las tuberías.

Los valores permisibles son los siguientes:

Velocidad mínima = 0.4 metros/ segundos (m/s)

Velocidad máxima = 2.0 metros/segundos (m/s)

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento se recomienda que éstas se cumplan dentro de un rango permisible, en los valores siguientes:

Presión Mínima: 5.0 metros

Presión Máxima: 50.0 metros (INAA, 1989)

El tanque de almacenamiento es empleado para almacenar el agua y suplir la demanda de la población en las horas de mayor consumo, lo podemos construir de ladrillos, de bloques, de piedra, de plástico o de concreto reforzado. Se instala sobre el suelo o sobre tierra”. (FISE, 2008)

Para realizar el tratamiento y desinfección, se debe operar o usar correctamente, de la siguiente manera:

- Desinfección del agua: El agua que consumimos la desinfectamos mediante la cloración. Este es un proceso que requiere mucho cuidado para que la dosis del desinfectante garantice agua segura para el consumo. (FISE, 2008)

Se entiende por tomas de agua “aquellos elementos del servicio del sistema por donde sale el agua para ser utilizada por las personas usuarias. Las tomas de agua se le conocen también como puestos de agua”. Existen dos tipos de puestos de agua: a- Puesto domiciliar b- Puesto Público. (FISE, 2008)

A lo largo de todo el sistema se instalan ciertas piezas llamadas accesorios que son muy importantes para el funcionamiento del acueducto. Los más conocidos son: Llave de chorro, válvula de pase, válvula de limpieza, codos, adaptadores, reductores, válvula de flotador o de boya, Tees, uniones, medidores de agua, cajas protectoras de medidor. (FISE, 2008)

Acometidas se entiende al “enlace de la instalación general interior del inmueble con la tubería de la de distribución. Es la parte de la instalación que, tomando el agua de las tuberías de servicio de los ayuntamientos o compañías de abastecimiento público, la llevan al interior de los edificios”. (Acometida de agua potable, s.f.)

Las pérdidas en el sistema se definen como parte del agua que se produce en un sistema de agua potable se pierde en cada uno de sus componentes. Esto se conoce con el nombre de fugas y/o desperdicio en el sistema. Dentro del proceso de diseño, esta cantidad de agua se puede expresar como un porcentaje del consumo del día promedio. En el caso de Nicaragua, el porcentaje se fijará en un 20 %.

El consumo promedio diario anual (CPDA) se determina como el resultado de una estimación del consumo per cápita para la población futura del período de diseño, expresada en litros por segundo (l/s) y se determina mediante la siguiente relación:

$$Q_m = \frac{P_f \times \text{dotación } (d)}{86400 \text{ s/día}}$$

Ecuación 5 Consumo Promedio Diario

Dónde:

Q_m: Consumo promedio diario, litros/ segundos (l/s).

P_f: Población futura, habitantes (hab).

d: Dotación, litros/habitantes /día (l/hab/día).

Se define como consumo máximo diario (Q_{md}) y horario (Q_{mh}) “como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante los 365 días del año; mientras que el consumo máximo horario, se define como la hora de máximo consumo del día de máximo consumo”.

Para el consumo máximo diario (Q_{md}) se considerará entre el 120% y 150% del consumo promedio diario anual (Q_m), recomendándose el valor promedio de 130%.

En el caso del consumo máximo horario (Q_{mh}), se considerará como el 100% del promedio diario (Q_m). Para poblaciones concentradas o cercanas a las poblaciones urbanas se recomienda tomar valores no superiores a los 150%.

Los coeficientes recomendados y más utilizados son del 130% para el consumo máximo diario (Q_{md}) y del 150% para el consumo máximo horario (Q_{mh}). (Población de Diseño y Demanda de Agua, s.f.).

Se define como caudal máximo horario, el uso que cada individuo hace de la cantidad de agua que consume en el día no es constante a lo largo de las 24 horas del día, hay horarios en que se consume mucha agua, y otros en que no se consume casi. Esta variación se considera frecuentemente por medio de un factor que generalmente se denomina como K₂. Este factor generalmente varía entre 1.5 y 2.2. (Definiciones usuales en Hidráulica, 1987)

En la evaluación socio económica se “busca evaluar los costos y las ganancias de un proyecto desde la perspectiva de la sociedad como un todo. Se asume que la realización de un proyecto ayudará al desarrollo de la economía y que su contribución social justifica el uso de los recursos que necesitará. En consecuencia, el análisis económico considera la valoración de los costos y beneficios sociales del proyecto; así como el uso de métodos estimativos de precios-sombra cuando los costos y beneficios difieren de los precios de mercado; y la valoración fuera del mercado y la transferencia de beneficios, para precios de bienes y servicios que no tienen precios de mercado directos”. (Banco Mundial, 2016).

En el sentido económico, una inversión es interpretada “como una colocación de capital para obtener una ganancia futura. Esta colocación supone una elección que resigna un beneficio inmediato por un futuro, por lo general improbable”.

Una inversión contempla tres variables: el rendimiento esperado (cuánto se espera ganar), el riesgo aceptado (qué probabilidad hay de obtener la ganancia esperada) y el horizonte temporal (cuándo se obtendrá la ganancia). (Perez, 2009)

Los activos fijos “son aquellos que no varían durante el ciclo de explotación de la empresa (o el año fiscal). Por ejemplo, el edificio donde una fábrica monta sus productos es un activo fijo porque permanece en la empresa durante todo el proceso de producción y venta de los productos” (Definición de Activos fijos, 2016).

Los activos intangibles son bienes que posee la empresa y que no pueden ser percibidos físicamente. Sin embargo, se consideran activos porque ayudan a que la empresa produzca un rendimiento económico a través de ellos. Ejemplos de activos intangibles pueden ser el valor de marca, el conocimiento de metodologías de trabajo, las patentes. (Activo intangible, 2016)

El capital de trabajo, como su nombre lo indica es el fondo económico que utiliza la empresa para seguir reinvertiendo y logrando utilidades para así mantener la operación corriente del negocio.

La tasa social de descuento (TSD), mide la tasa a la cual una sociedad está dispuesta a cambiar consumo presente por consumo futuro o, dicho de otra manera, el patrón de consumo ahorro de una sociedad en cada momento; lo cual no es otra cosa que el valor tiempo que le asigna la sociedad a la postergación. Esta es la razón por el cual toma relevancia la tasa social en la evaluación de proyectos del sector público, sobre todo cuando se están evaluando proyectos cuyos beneficios afectan a toda la sociedad, como es el caso de proyectos generadores de bienes públicos, y cuando los proyectos arrojan resultados que se extienden por muchos períodos y, por tanto, afectan a más de una generación. (Restrepo, 2006)

Se define al flujo neto efectivo (FNE), “como la diferencia entre los ingresos netos y los desembolsos netos, descontados a la fecha de aprobación de un proyecto de inversión con la técnica de “Valor Presente”.

Se entiende como flujo neto efectivo “la diferencia entre los ingresos netos y los desembolsos netos, descontados a la fecha de aprobación de un proyecto de inversión con la técnica de “valor presente”.

Se entiende por beneficiarios de un proyecto son las personas que obtendrán algún tipo de beneficio de la implementación del mismo. Se pueden identificar dos tipos de beneficiarios: Directos e indirectos.

Los beneficiarios directos son aquéllos que participarán directamente en el proyecto, y, por consiguiente, se beneficiarán de su implementación. Así, las personas que estarán empleadas en el proyecto, que los suplen con materia prima u otros bienes y servicios, o que usarán de alguna manera el producto del proyecto se pueden categorizar como beneficiarios directos.

Los beneficiarios indirectos son, con frecuencia, pero no siempre, las personas que viven al interior de la zona de influencia del proyecto.

En la evaluación financiera “puede considerarse como aquel ejercicio teórico mediante el cual se intentan identificar, valorar y comparar entre sí los costos y beneficios asociados a determinadas alternativas de proyecto con la finalidad de coadyuvar a decidir la más conveniente”.

Tasa interna de retorno (TIR) se define “como la tasa de descuento o tasa de rentabilidad mínima atractiva, es la que sirve para comparar año por año el valor presente de los ingresos y egresos”.

La Inversión se considera rentable cuando r sea mayor que la rentabilidad mínima que le exijamos a la inversión. Y la rechazamos cuando fuese inferior.

$Tir > trema$ – proyecto rentable

$Tir = trema$ – proyecto rentable mínimo

$Tir < trema$ – proyecto no es rentable (Dumrauf, Cálculo Financiero, 2006)

El valor actual neto (VAN) “es un método de valoración de inversiones en la que partimos de la rentabilidad mínima que queremos obtener (i). Con esta rentabilidad mínima calcularemos el valor actualizado de los flujos de caja (diferencia entre cobros y pagos) de la operación. Si es mayor que el desembolso inicial la inversión es aceptable”.

La inversión se considera rentable cuando su VAN es mayor que cero. Si el VAN es menor que cero la inversión sería rechazada. Además, daremos preferencia a aquellas inversiones cuyo VAN sea más elevado.

$Van > 0$ el proyecto es aceptable.

$Van = 0$ es indiferente

$Van < 0$ el proyecto se rechaza. (Dumrauf, Cálculo Financiero, 2006)

Tasa de rendimiento mínima aceptada (TREMA) se define “Tasa de rendimiento mínima aceptada, debo de incluir la tasa de inflación (promedio 5% anual), con esto se dice que cuando menos se debe de recuperar lo perdido por la inflación, la tasa de interés de un banco elegir la que nos dé más de rendimiento (1%). Riesgo de la empresa, en función al riesgo de la empresa para ver la tasa que te va a poner el banco (3%). Tasa de riesgo o el

rendimiento mínimo de inversión, cuanto es lo que te gustaría tener de ganancia por hacer una inversión (5%). TREMA 14% A MAYOR TREMA MAYOR". (Dumrauf, Cálculo Financiero, 2006)

Para llegar a tomar decisiones se necesita de un Análisis de oferta ya que "Esta etapa del proyecto, se centraliza en la evaluación de la oferta de agua de las fuentes de abastecimiento disponible y viable a incorporar y de los componentes del sistema de agua potable existentes." (SNIP, 2012)

Capítulo II: Determinación de Estudio de Demanda

2.1. Límites, localización y acceso

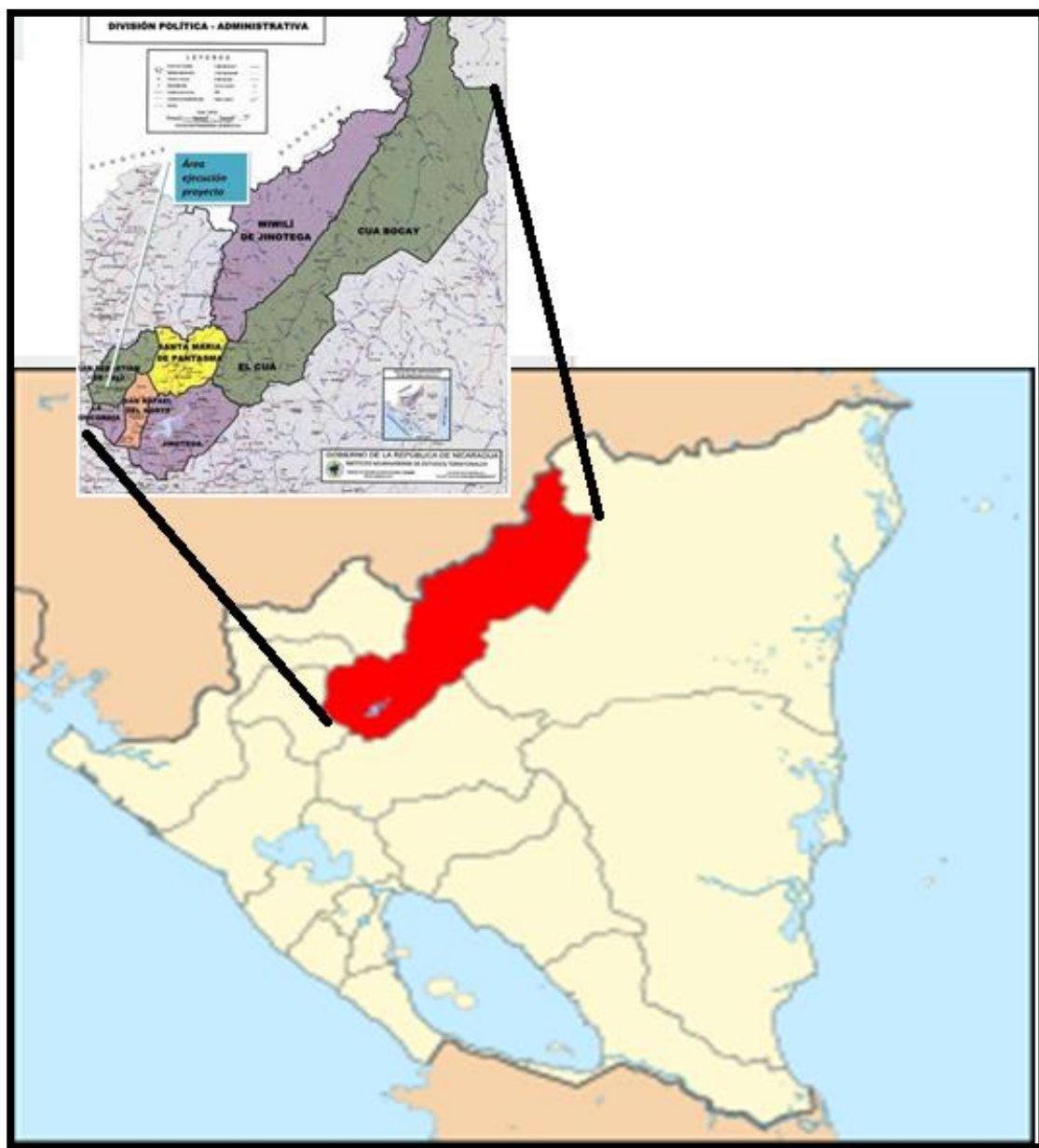
2.1.1. Macro localización

El proyecto está macro localizado en el municipio de Jinotega perteneciente al departamento de Jinotega, limita:

- al Norte con el municipio de Santa María de Pantasma,
- al Sur con los municipios de Matagalpa y Sébaco,
- al este con los municipios de El Cuá y El Tuma - La Dalia y
- al Oeste con los municipios de: La Trinidad y San Rafael del Norte.

La cabecera municipal de Jinotega se encuentra a una distancia de 142 kilómetros (kms) de Managua, capital de la república de Nicaragua.

Figura 1 Mapa de Macro localización. Ver en anexo.



Fuente: INETER

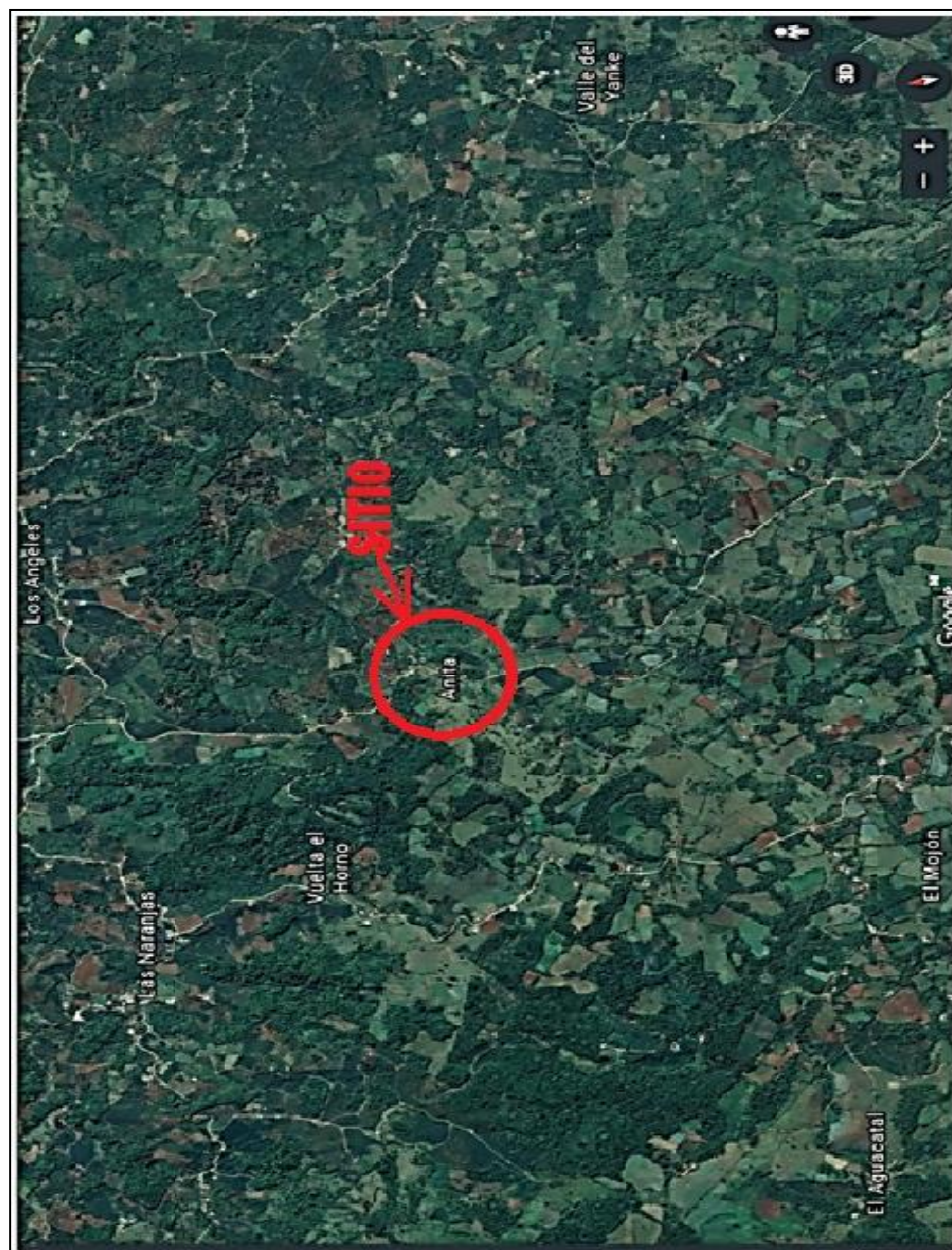
2.1.2. Micro localización

La comunidad Anita, es en donde se encuentra micro localizado el proyecto, limita:

- al norte con la comunidad Vuelta el Horno.
- al este con la comunidad Valle del Yanke.
- al sur con la comunidad El Mojón.
- al oeste con la comunidad El Aguacatal.

Está ubicada en el municipio de Jinotega la cual se encuentra a unos 171 kilómetros de la capital, y de la cabecera municipal se encuentra a 29 kilómetros. Se ubica en las coordenadas longitud $13^{\circ}14'21.53''$ y latitud $86^{\circ}01'55''$. El municipio de Jinotega cuenta con una extensión territorial de 880,3 kilómetros cuadrados (km^2), además se subdivide en 12 distritos los cuales se dividen el área urbana y área rural, de entre las cuales en el distrito número 6 de área rural se encuentra la comunidad de Anita.

Figura 2 Mapa de Micro localización. Ver en anexo.



Fuente: Google Earth.

Descripción de las características físicas y climatológicas de la zona en estudio.

Relieve

Topográficamente el territorio se considera en su totalidad de elevados relieves, los cuales se encuentran constituidos por altas montañas, cerros, colinas, valles y altiplanos, por lo que se dice que el relieve es montañoso de bastante vegetación. El punto más alto está a 900 metros sobre el nivel del mar (msnm) y el punto más bajo está a 700 msnm.

Clima

El clima de la zona es de sabana tropical de altura. La temperatura media oscila entre los 19° y 21° centígrados. La precipitación pluvial anual varía entre los 2,000 y 2,600 milímetros (mm).

Fauna

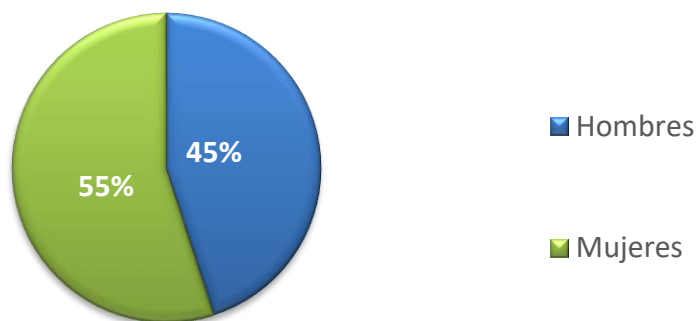
La fauna silvestre incluye especies del gran grupo de los mamíferos, avifauna y ornifauna. La actividad humana ha incidido en la deforestación y destrucción del hábitat de la fauna silvestre, afectando a las siguientes especies: venado, ardillas, conejo, armadillos, y pizote, loras, tucán, boa, barba amarilla, coral negro, coral rojo, culebra mica, guardabarranco, víbora de sangre y zopilote, mapaches, colibrís, zopilotes, cenizotes, zanates.

Características socio-económicas

Para tener una mejor visión de la calidad de vida y proyección de la población se aplicó un *censo poblacional* en todas las propiedades de la comunidad; de la cual se recopiló datos generales como género, edades, actividades socio-económicas predominantes, ingreso económico entre otros, a continuación, se mostrarán los resultados obtenidos.

Actualmente, la población es de 175 habitantes en un total de 45 viviendas, de los cuales 55% son mujeres y 45% son hombres.

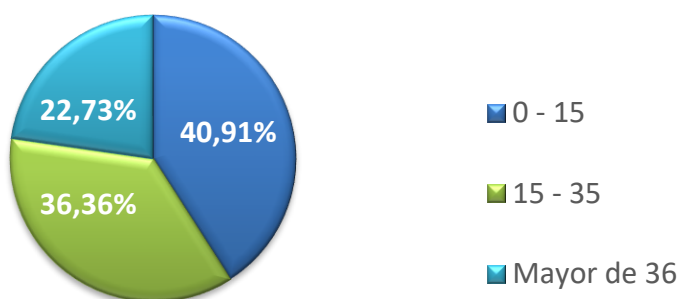
Figura 3 Gráfico de Distribución Poblacional



Fuente: Elaboración propia.

Al realizar la distribución por rango de edades se obtiene que, de las 175 personas, 72 están en las edades de 0 a 15 años, 64 en edades de 15 a 35 años y el restante son mayores a 36 años.

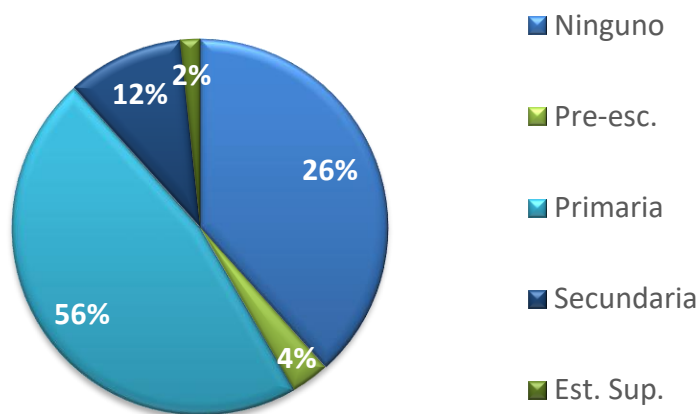
Figura 4 Gráfico de Rango de Edades



Fuente: Elaboración propia.

De las 175 personas un 26% de la población es analfabeta, un 4% tiene estudios hasta pre-escolar, 56% tienen estudios primarios, 12% estudios secundarios y un 2% tiene estudios superiores.

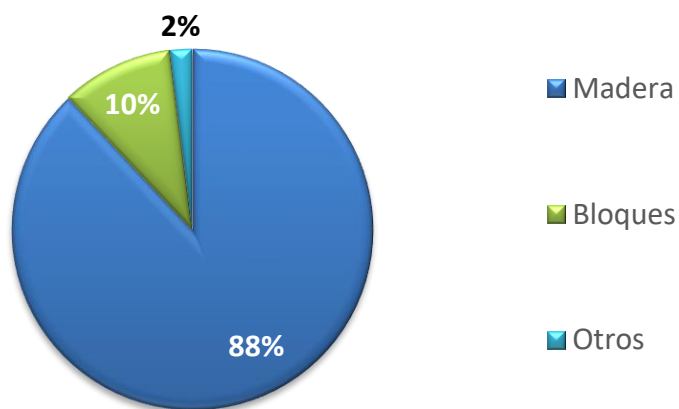
Figura 5 Gráfico de Nivel de Escolaridad



Fuente: Elaboración propia.

Se puede considerar que los materiales usados para la construcción de las viviendas son entre los más usados para paredes la madera con un 88%, un 10% de bloques y un 2% de otro tipo de material.

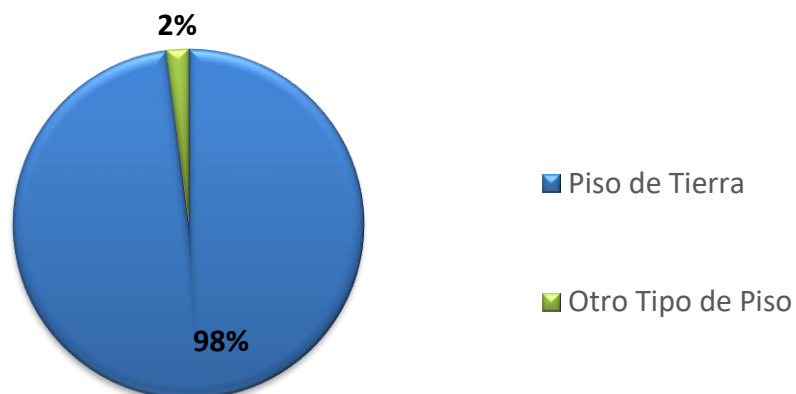
Figura 6 Gráfico de Tipos de materiales de construcción



Fuente: Elaboración propia

En las viviendas sobresale más lo que es el piso natural (tierra) con un 98%, solamente 1 vivienda posee piso de otro material.

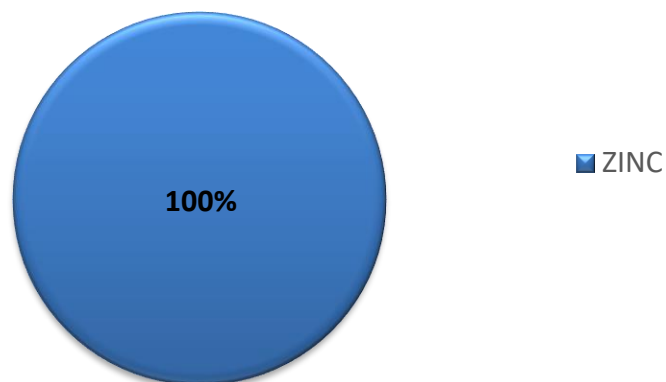
Figura 7 Gráfico de Tipos de Piso



Fuente: Elaboración propia

Se logró observar el estado del techo de cada vivienda con un 100% de zinc.

Figura 8 Gráfico de Tipos de Techo



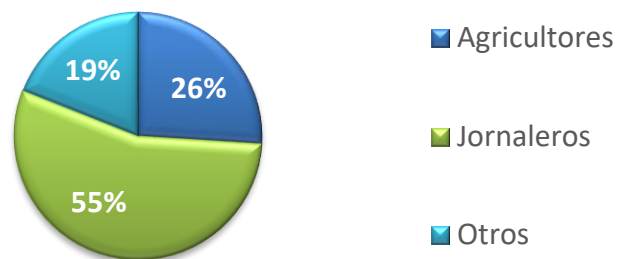
Fuente: Elaboración propia

2.1.3. Actividades económicas

En cuanto a la economía familiar se pudo constatar que en todas las familias la mayoría de los miembros (hombres y mujeres) trabajan dentro de la comunidad.

En esta comunidad los habitantes tienen ocupaciones diferentes la mayoría 26% agricultores, 55% Jornaleros y 19% se dedican a realizar otras actividades.

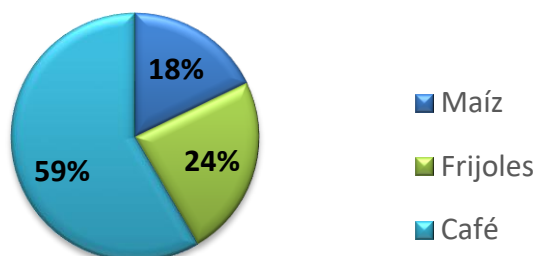
Figura 9 Gráfico de Actividades Económicas



Fuente: Elaboración propia.

Los habitantes que se dedican a la agricultura cultivan arroz, frijoles y maíz y otros granos básicos, también se dedican a la crianza de ganados, gallinas y cerdos; los cuales el 63% se abastecen de agua de pozo, el 5% de rios y el 32% de quebradas.

Figura 10 Gráfico de Distribución Agrícola



Fuente: Elaboración Propia

Los pobladores son 26% agricultores, 55% Jornaleros y 19% se dedican a realizar otras actividades el 99% no cuenta un ingreso estable ni un salario mínimo. Cabe destacar que para llegar a la comunidad se cuenta con un camino de tierra.

2.1.4. Infraestructura Social Existente

Educación

En la comunidad no existe un centro de educación administrado por el Ministerio de Educación (MINED). Por lo tanto, los habitantes que tienen deseo de superación deben trasladarse caminando varios kilómetros hacia la comunidad más cercana que cuente con un centro de educación.

Salud

El municipio de Jinotega cuenta con un centro de salud en el área urbana. La problemática de salud en la población de esta comunidad se expresa por la falta de medicamentos y personal médico en dicha comunidad.

En la comunidad de Anita no existe un puesto de salud que realice atenciones básicas: diarreas, enfermedades respiratorias, malaria y parásitos, las cuales constituyen las enfermedades más comunes que se presentan en esta comunidad.

Vías de acceso

La comunidad Anita tiene una vía de acceso única con un camino de material macadán.

Agua y Saneamiento

Actualmente no existe ningún sistema que suministre agua potable a la región por lo tanto se le planteó a la comunidad por medio de encuestas cuantos estarían de acuerdo con implementar un sistema de agua potable, se obtuvo que el 100% de los pobladores estarían dispuestos a pagar por los servicios, ya que sería un gran avance en su comunidad para mejorar su salud, para más comodidad y aseo. En la comunidad el MINSA ha estimado que en un

10% de las personas que se enferman, lo hacen por consumir aguas contaminadas o de mala calidad.

Agua potable

Las 45 familias no hacen uso de conexiones de patio ya que la comunidad no posee un sistema de abastecimiento de agua potable configurado. Esta comunidad se abastece de agua potable por medio de una fuente de captación denominado como ojo de agua y los habitantes deben acarrear el agua y almacenarla, el 3% utiliza barriles y el 97% bidones para almacenar el agua.

Sistemas de saneamiento

En cuanto al saneamiento existente, se conoce que del total de viviendas (45), 24 carecen totalmente de letrinas, cabe destacar que 2 letrinas de las existentes las reportan en mal estado, 1 en estado regular y las restantes 19 en buen estado.

Con referencia al mismo aporte, en relación al manejo de aguas grises, el 47% de las familias afirma regar el agua en sus patios, 18% la deja de correr en patios o caminos y el 34% de las familias afirman tener zanjas de drenaje.

2.2. Cálculo de la tasa de crecimiento poblacional

Para la determinación de la tasa de crecimiento poblacional se tomaron en cuenta los datos obtenidos del censo poblacional realizado en 2013 por Alcaldía Municipal, específicamente por el Área de Planificación de proyectos, y la encuesta realizada por este estudio, aplicada en el año 2019. Los datos de estas se resumen en las siguientes tablas:

Cuadro 3 Estudio poblacional y tasa de crecimiento. Ver en anexo.

Población del Año 2013		Población del Año 2019	
Número de Familias	45	Total de Familias	45
Total de Habitantes	150	Total de Habitantes	175
Total de niños (as) ≤ 15ã		Total de niños (as) ≤ 15ã	72
Total de Viviendas	45	Total de Viviendas	45

Fuente: Elaboración Propia

Con los datos anteriores se trabajó la tasa de crecimiento haciendo uso de la siguiente ecuación:

$$r = \left(\left(\frac{Pn}{Po} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right) * 100$$

Ecuación 6 Tasa de crecimiento poblacional

En dónde;

$$r = \left(\left(\frac{175}{150} \right)^{\frac{1}{6}} - 1 \right) * 100 = 2.6\%$$

La tasa de crecimiento cumple con la establecida en la Norma de abastecimiento rural INAA, por lo tanto se recomienda utilizar una tasa de 2,6%, para la determinación de la población de diseño; esto debido a que según norma del INAA las tasas de crecimiento deben variar entre los 2,5% como mínimo y 4% máximo, dado que el valor obtenido en la comunidad está dentro la norma usaremos este para la proyección de población a servir. (INAA, 1989).

2.2.1. Proyección de la población.

Según los datos anteriores y haciendo uso de la siguiente ecuación, la población demandante proyectada se calcula de la siguiente manera y se muestra en la tabla posterior:

$$Pn = Po (1 + r)^n$$

Ecuación 7 Proyección poblacional

Dónde:

P_n = Población del año “n”

P_0 = Población al inicio del período de diseño

r = Tasa de crecimiento en el periodo de diseño expresado en notación decimal.

n = Número de años que comprende el período de diseño.

Cuadro 4 Población proyectada. Ver en anexo.

Año	Población (Habitantes)
0	175
1	180
2	184
3	189
4	194
5	199
6	204
7	209
8	215
9	220
10	226
11	232
12	238
13	244
14	251
15	257
16	264
17	271
18	278
19	285
20	292

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo III: Estudio Técnico

La siguiente información está basada en el estudio de la población que conforma la comunidad Anita en el municipio de Jinotega. Así, como también un análisis de la calidad del agua que se suministra y soluciones de tratamiento que se deben realizar para proveer agua potable de calidad tomando como referencia a las Normas “Diseño De Sistemas De Abastecimiento De Agua Potable En El Medio Rural” (NTON 09001-99).

3.1. Dotación y población a servir

3.1.1. Periodo de diseño

En los diseños de proyectos de abastecimiento de agua se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema, con el propósito de:

- Determinar que períodos de estos componentes del sistema, deberán satisfacer las demandas futuras de la comunidad.
- Qué elementos del sistema deben diseñarse por etapas
- Cuáles serán las previsiones que deben de considerarse para incorporar los nuevos elementos al sistema.

A continuación, se indican los períodos de diseños económicos de los elementos componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable.

Cuadro 5 Períodos de diseño. Ver en anexo.

Tipos de Componentes	Período de diseño
Pozos excavados	10 años
Pozos perforados	15 años
Captaciones superficiales y manantiales	20 años
Desarenador	20 años
Filtro Lento	20 años
Líneas de Conducción	15 años
Tanque de almacenamiento	20 años

Tipos de Componentes	Período de diseño
Red de distribución	15 años

Fuente: INAA

De acuerdo a lo anterior, se establece un periodo de diseño para la propuesta a realizar una vida útil de 20 años.

3.1.2. Consumo poblacional

Según las normas “Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el Medio Rural” (NTON 09001-99), Capítulo III: Dotación y Población a Servir... *“para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias de patio, se asignará un caudal de 50 a 60 litros por persona por día (lppd)”*, por lo tanto, se estima conveniente que se utilice una dotación de 60 lppd, utilizando el máximo criterio.

3.1.3. Variaciones de consumo

Las variaciones de consumo estarán expresadas como factores de la demanda promedio diario y sirven de base para el dimensionamiento de la capacidad de: obras de captación, línea de conducción y red de distribución. Teniendo una dotación de agua y población de diseño se realiza en cálculo para determinar estas variaciones haciendo uso de la siguiente ecuación:

$$\text{Consumo Promedio Diario (CPD)} = \frac{\text{Dotacion} * \text{Poblacion de diseño}}{86400} (\text{lps})$$

Ecuación 8 Consumo Promedio Diario

3.1.4. Pérdidas en el sistema

Cuando se proyectan sistemas de abastecimiento de agua potable, es necesario considerar las pérdidas que se presentan en cada uno de sus componentes, la cantidad total de agua perdida se fija como un porcentaje del consumo promedio diario cuyo valor no deberá ser mayor del 20%.

$$Hf = 20\% * CPD$$

Ecuación 9 Cálculo de pérdidas en el sistema

$$\text{Consumo máximo día (CMD)} = 1.5 * \text{CPD (Consumo promedio diario)} + Hf$$

Ecuación 10 Consumo máximo día

$$\text{Consumo máximo hora (CMH)} = 2.5 * \text{CPD (Consumo promedio diario)} + Hf$$

Ecuación 11 Consumo máximo hora

Las variaciones de consumo estarán expresadas como factores de la demanda promedio diario y sirven de base para el dimensionamiento de la capacidad de: obras de captación, línea de conducción y red de distribución, etc.

Estos valores son los siguientes:

Cuadro 6 Variaciones de consumo. Ver en anexo.

Proyección de Población				Consumo Promedio Diario			Perdidas por fuga de CPD			Consumo Máximo Diario			Consumo Máximo Hora			Consumo Promedio Diario Total		
N°	AÑO	Pn	Dot. (lppd)	lps	Gpm	lpd	20% lps	20% Gpm	20% lpd	lps	Gpm	lpd	lps	Gpm	lpd	lps	Gpm	lpd
0	2019	175	60	0.122	1.926	10500	0.024	0.385	2100.000	0.21	3.27	17850.00	0.39	6.16	33600.00	0.146	2.31	12600.00
1	2020	180	60	0.125	1.98	10773	0.025	0.40	2154.60	0.21	3.36	18314.10	0.40	6.32	34473.60	0.150	2.37	12927.60
2	2021	184	60	0.128	2.03	11053	0.026	0.41	2210.62	0.22	3.45	18790.27	0.41	6.49	35369.91	0.154	2.43	13263.72
3	2022	189	60	0.131	2.08	11340	0.026	0.42	2268.10	0.22	3.54	19278.81	0.42	6.66	36289.53	0.158	2.50	13608.57
4	2023	194	60	0.135	2.13	11635	0.027	0.43	2327.07	0.23	3.63	19780.06	0.43	6.83	37233.06	0.162	2.56	13962.40
5	2024	199	60	0.138	2.19	11938	0.028	0.44	2387.57	0.23	3.72	20294.34	0.44	7.01	38201.12	0.166	2.63	14325.42
6	2025	204	60	0.142	2.25	12248	0.028	0.45	2449.65	0.24	3.82	20822.00	0.45	7.19	39194.35	0.170	2.70	14697.88
7	2026	209	60	0.145	2.31	12567	0.029	0.46	2513.34	0.25	3.92	21363.37	0.47	7.38	40213.40	0.175	2.77	15080.03
8	2027	215	60	0.149	2.37	12893	0.030	0.47	2578.68	0.25	4.02	21918.82	0.48	7.57	41258.95	0.179	2.84	15472.11
9	2028	220	60	0.153	2.43	13229	0.031	0.49	2645.73	0.26	4.13	22488.71	0.49	7.77	42331.68	0.184	2.91	15874.38
10	2029	226	60	0.157	2.49	13573	0.031	0.50	2714.52	0.27	4.23	23073.41	0.50	7.97	43432.31	0.189	2.99	16287.11
11	2030	232	60	0.161	2.55	13925	0.032	0.51	2785.10	0.27	4.34	23673.32	0.52	8.18	44561.55	0.193	3.07	16710.58
12	2031	238	60	0.165	2.62	14288	0.033	0.52	2857.51	0.28	4.46	24288.83	0.53	8.39	45720.15	0.198	3.15	17145.05
13	2032	244	60	0.170	2.69	14659	0.034	0.54	2931.80	0.29	4.57	24920.34	0.54	8.61	46908.87	0.204	3.23	17590.83
14	2033	251	60	0.174	2.76	15040	0.035	0.55	3008.03	0.30	4.69	25568.27	0.56	8.83	48128.50	0.209	3.31	18048.19
15	2034	257	60	0.179	2.83	15431	0.036	0.57	3086.24	0.30	4.81	26233.04	0.57	9.06	49379.84	0.214	3.40	18517.44
16	2035	264	60	0.183	2.90	15832	0.037	0.58	3166.48	0.31	4.94	26915.10	0.59	9.30	50663.72	0.220	3.49	18998.89
17	2036	271	60	0.188	2.98	16244	0.038	0.60	3248.81	0.32	5.07	27614.89	0.60	9.54	51980.97	0.226	3.58	19492.87
18	2037	278	60	0.193	3.06	16666	0.039	0.61	3333.28	0.33	5.20	28332.88	0.62	9.79	53332.48	0.231	3.67	19999.68
19	2038	285	60	0.198	3.14	17100	0.040	0.63	3419.95	0.34	5.33	29069.53	0.63	10.04	54719.12	0.237	3.76	20519.67
20	2039	292	60	0.203	3.22	17544	0.041	0.64	3508.86	0.35	5.47	29825.34	0.65	10.30	56141.82	0.244	3.86	21053.18

Fuente: Elaboración Propia

3.2. Fuentes de abastecimiento

Para abastecer la demanda del vital líquido a la comunidad, se propuso analizar como fuente un ojo de agua localizado en la comunidad Anita.

3.2.1. Aforo

La fuente fue aforada el 15 de noviembre del 2018 por medio del método de *vertedero ahogado*, determinándose un caudal en período lluvioso de 249.895 lps. (Litros por segundo), para lo cual se ha considerado una oferta en período de estiaje y caudal ecológico de 4 lps es decir 63.48 galones por minuto (gpm) lo que sobrepasa la demanda de la población más pérdidas del periodo de diseño en el año veinte.

3.2.2. Calidad del agua

Se refiere a las características químicas, físicas, biológicas y radiológicas del agua. Es una medida de la condición del agua en relación con los requisitos de una necesidad humana.

Para que el agua sea potable, es decir para que se pueda consumir, según INAA debe ser: limpia, pulcra, inodora, insípida, sin partículas que la hagan turbia; además debe tener minerales, tales como sodio, yodo, cloro, en las cantidades adecuadas y cumplir con los siguientes parámetros:

Cuadro 7 Parámetros físicos-químicos. Ver en anexo.

Parámetro	Unidad	Valor recomendado	Valor máx. Admisible
Temperatura	°C	18 a 30	
Iones hidrógeno	valor pH	6.5-8.5	
Cloro residual	mg/l	0.5-1.0	
Cloruros	mg/l	25	250
Conductividad	us/cm	400	-
Dureza	mg/l CaCo ₃	400	-

Parámetro	Unidad	Valor recomendado	Valor máx. Admisible
Sulfato	mg/l	25	250
Aluminio	mg/l	-	0.2
Calcio	mg/l CaCO ₃	100	-
Cobre	mg/l	1	2.0
Magnesio	mg/l CaCO ₃	30	50
Sodio	mg/l	25	200
Potasio	mg/l		10
Sol. Tot. Dis.	mg/l		1000
Zinc	mg/l		3.0

Fuente: INAA

Cuadro 8 Parámetros bacteriológicos. Ver en anexo.

Parámetro	Unidad	Valor recomendado	Valor max. Admisible
Agua distribuida por tuberías:			
Aguas cometidas a tratamiento que entra en el sistema de distribución			
Bacterias coliformes fecales	NMP/100 ml	0	Tubería UTN para la desinfección con el cloro es preferible un pH igual a 8.0 con 0.2 a 0.5 mg/l de cloro residual libre después del contacto durante 30 min (tiempo mínimo)
Bacterias coliformes	NMP/100ml	0	
Agua no sometida a tratamiento que entra en el sistema de distribución			

Parámetro	Unidad	Valor recomendado	Valor max. Admisible
Bacterias coliformes fecales	NMP/100 ml	0	En el 98% de las muestras examinadas durante el año, cuando se trata de grandes sistemas de abastecimiento y se examinan suficientes muestras.
Bacterias coliformes	NMP/100 ml	0	
Bacterias coliformes fecales	NMP/100 ml	3	Ocasionalmente en alguna muestra, pero no en muestras consecutivas.

Fuente: INAA

Cuadro 9 Parámetros Organolépticos. Ver en anexo.

Parámetro	Unidad	Valor recomendado	Valor máx. admisible
Color verdadero	mg/l (pt-Co)	1	15
Turbiedad	UNT	1	5
Olor	Factor dilución	0	2 a 12 °C
			3 a 25 °C
Sabor	Factor dilución	0	2 a 12 °C
			3 a 25 °C

Fuente: INAA

Como resultado de dicho análisis se propone que en el sistema deben incluirse métodos de desinfección.

3.2.3. Tratamiento

Los resultados de los análisis físicos químicos, metales pesados y análisis bacteriológicos, obtenidos en la muestra tomada en el ojo de agua, indica que el recurso hídrico propuesto corresponde a la categoría 1B: Aguas que pueden ser acondicionadas por medio de tratamiento Filtro Presurizado, utilizando como medio filtrante zeolita, seguido de carbón activado y cloración en línea. Para tratamiento del hierro se recomienda una cloración en la sarta de bombeo con el fin de garantizar agua potable para la comunidad Anita.

3.2.4. Cloración

La cloración de los abastecimientos públicos de agua representa uno de los procesos principales en la obtención de agua de calidad. El proceso de desinfección será tan efectivo como lo sea el control que se ejerza para el aseguramiento de la continua cloración y aplicaciones de cantidades proporcionales al gasto. La desinfección significa una disminución de la población de bacterias hasta una concentración inocua para el consumo humano.

Para determinar el volumen de cloro que se aplicará en la desinfección se hará uso de la siguiente formula:

$$V_c = CMD * \frac{d}{1000}$$

Ecuación 12 Volumen de cloro

Donde:

V_c=Volumen de cloro a agregar para la desinfección en gr/día

CMD= consumo de máximo día en lts/día.

d= dosis de cloro (1.3) mg/l.

Hipoclorito de calcio

Para calcular el volumen adecuado para la desinfección del agua, se toma una concentración comercial estimada de 70% de cloro en hipoclorito de calcio.

$$V_{hipoclorito} = \frac{V_c}{70\%}$$

Ecuación 13 Hipoclorito de calcio

Volumen de solución

Para el volumen de solución de cloro que se debe agregar al agua apoyada de la norma la concentración mínima de solución es de 1% de cloro, por lo tanto:

$$V_{solución} = \frac{V_c * 1000}{1000 * (1\% * 100)}$$

Ecuación 14 Volumen de la solución

Gastos por goteo del hipoclorador

El hipoclorador funciona por sistema de goteo; por tanto, el gasto se calcula en gotas por minuto, usando un gotero de 20gtt por cc.

$$Gastos = \frac{V_{solución} * 20000}{1440}$$

Ecuación 15 Gasto por goteo del hipoclorador

Cuadro 10 Dosificación de cloro. Ver en anexo.

Año	CMD (lpd)	Dosis Diaria (gr/d)	Hipoclorador de calcio concentración 70%		Vol. Solución concentración 1%		Vol. Solución concentración 12%		
			gr/d	gr/mes	lt/d	gotas/min	lts/d	lt/mes	gotas/min
0	17850.00	23.21	33.15	1008.46	2.32	32.28	0.19	5.88	2.69
1	18314.10	23.81	34.01	1034.47	2.38	33.02	0.20	6.03	2.69
2	18790.27	24.43	34.90	1061.37	2.44	33.91	0.20	6.19	2.84
3	19278.81	25.06	35.80	1089.17	2.51	34.79	0.21	6.35	2.84
4	19780.06	25.71	36.73	1117.51	2.57	35.68	0.21	6.52	2.98
5	20294.34	26.38	37.69	1146.39	2.64	36.71	0.22	6.69	2.99
6	20822.00	27.07	38.67	1176.29	2.71	37.60	0.23	6.86	3.13
7	21363.37	27.77	39.67	1206.82	2.78	38.63	0.23	7.04	3.28
8	21918.82	28.49	40.71	1238.01	2.85	39.53	0.24	7.22	3.28
9	22488.71	29.24	41.76	1270.35	2.92	40.56	0.24	7.41	3.43
10	23073.41	30.00	42.85	1303.42	3.00	41.60	0.25	7.60	3.43
11	23673.32	30.78	43.96	1337.28	3.08	42.79	0.26	7.80	3.58
12	24288.83	31.58	45.11	1371.96	3.16	43.83	0.26	8.00	3.72
13	24920.34	32.40	46.28	1407.52	3.24	45.02	0.27	8.21	3.73
14	25568.27	33.24	47.48	1444.41	3.32	46.22	0.28	8.43	3.88
15	26233.04	34.10	48.72	1481.84	3.41	47.41	0.28	8.64	3.88
16	26915.10	34.99	49.99	1520.26	3.50	48.61	0.29	8.87	4.03
17	27614.89	35.90	51.28	1559.75	3.59	49.81	0.30	9.10	4.17
18	28332.88	36.83	52.62	1600.33	3.68	51.15	0.31	9.34	4.32
19	29069.53	37.79	53.99	1642.07	3.78	52.50	0.31	9.58	4.33
20	29825.34	38.77	55.39	1684.58	3.88	53.85	0.32	9.83	4.48

Fuente: Elaboración propia

3.3. Diseño

3.3.1. Obra de captación

La obra de captación propuesta consiste en la construcción de un dique de concreto ciclópeo con toma lateral (caja de concreto reforzado), un desarenador y cárcamo de bombeo, se instalará una bomba para impulsar el agua desde el cárcamo hacia el tanque de almacenamiento.

- Dique de concreto ciclópeo:

Largo: 5.70 metros (m) y dos alatones de 2.20 m y 1.00 m respectivamente

Ancho variable: 0.40m a 0.60m

Alto: 0.75 m

- Caja de concreto (Toma lateral)

Largo: 1.00 m (dimensión interna)

Ancho: 0.50m (dimensión interna)

Espesor: 0.20 m

- Desarenador de concreto reforzado

Largo: 1.50m (dimensión interna)

Ancho: 0.50 m (dimensión interna)

Alto: 0.15 m

Espesor: 0.20m

- Cárcamo de bombeo

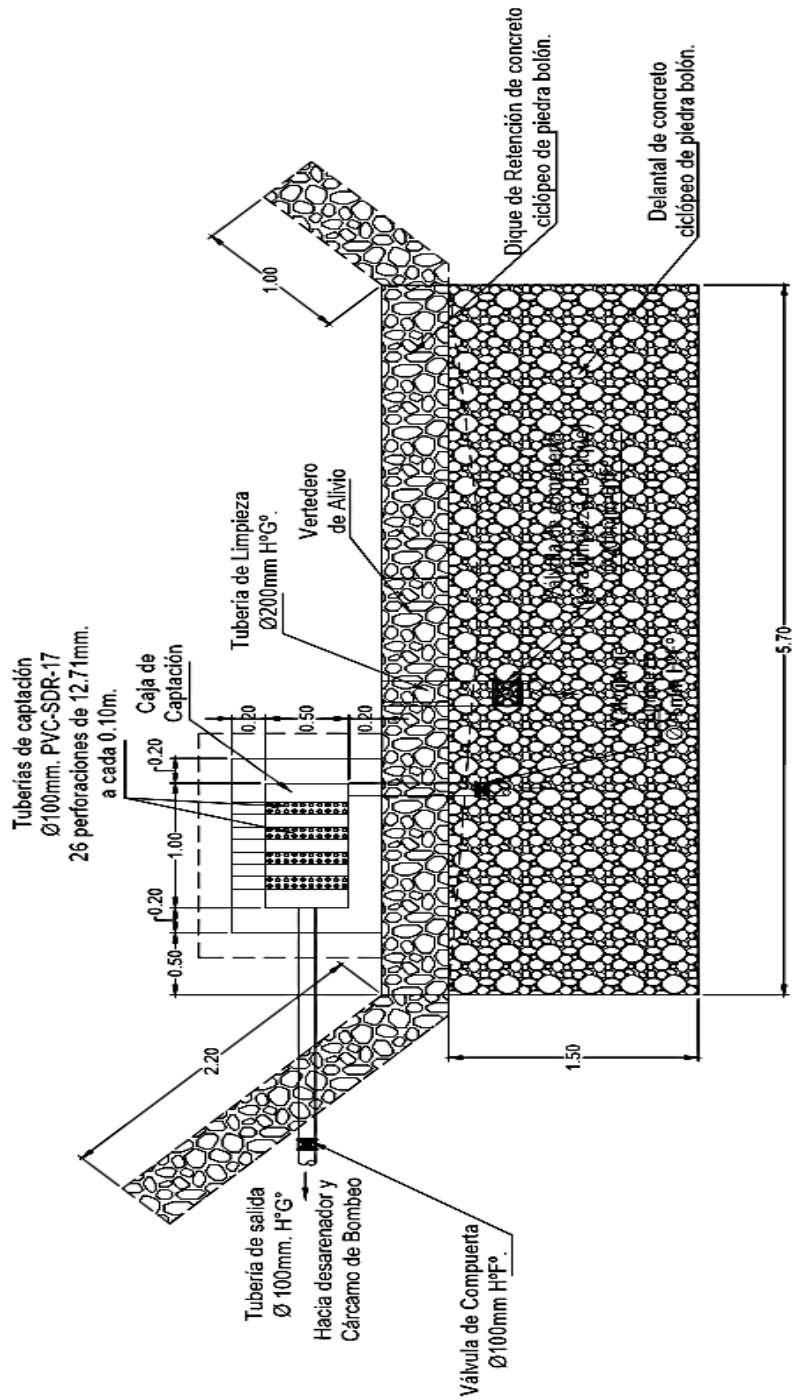
Largo: 1.80 m (dimensión interna)

Ancho: 1.80 m (dimensión interna)

Alto: 3.09m

Espesor: 0.20 m

Figura 11 Vista en planta obra de captación



PLANTA DE CAPTACIÓN
Escala= 1:40

Fuente: Elaboración propia

2 losetas removibles de 0.55x0.60x0.05m.

Caja de Captación

NA=1091.75

0.20

0.50

0.20

0.40

N=1092.00

0.25

0.50

1.30

0.30

0.30

0.30

0.15

Tuberías de captación Ø100mm. PVC-SDR-17 26 perforaciones de 12.71mm. a cada 0.10m.

N=1091.50

Delantal de concreto ciclópeo de piedra bolón.

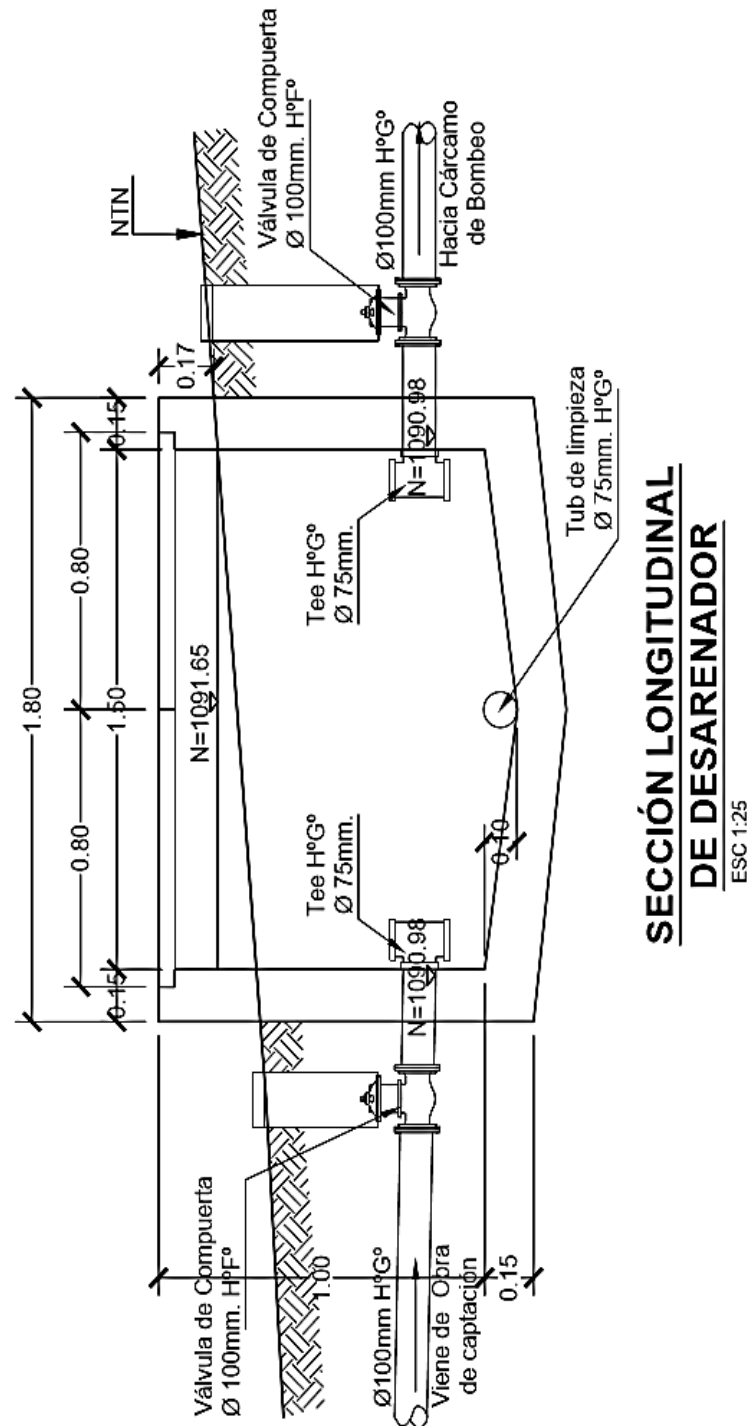
NTN

SECCIÓN TRANSVERSAL DE OBRA DE CAPTACIÓN

Escala= 1:25

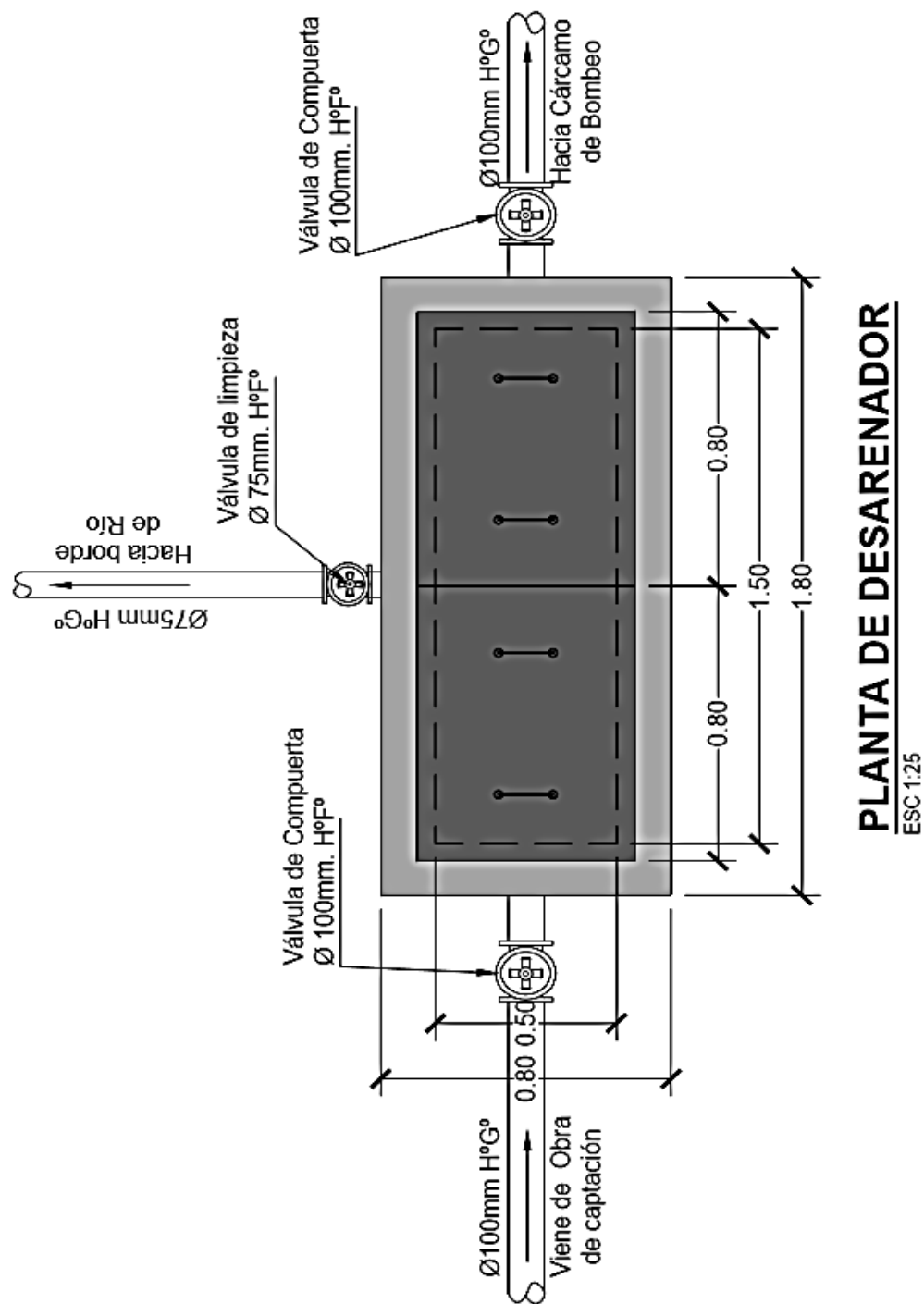
46

Figura 13 Sección Longitudinal del Desarenador



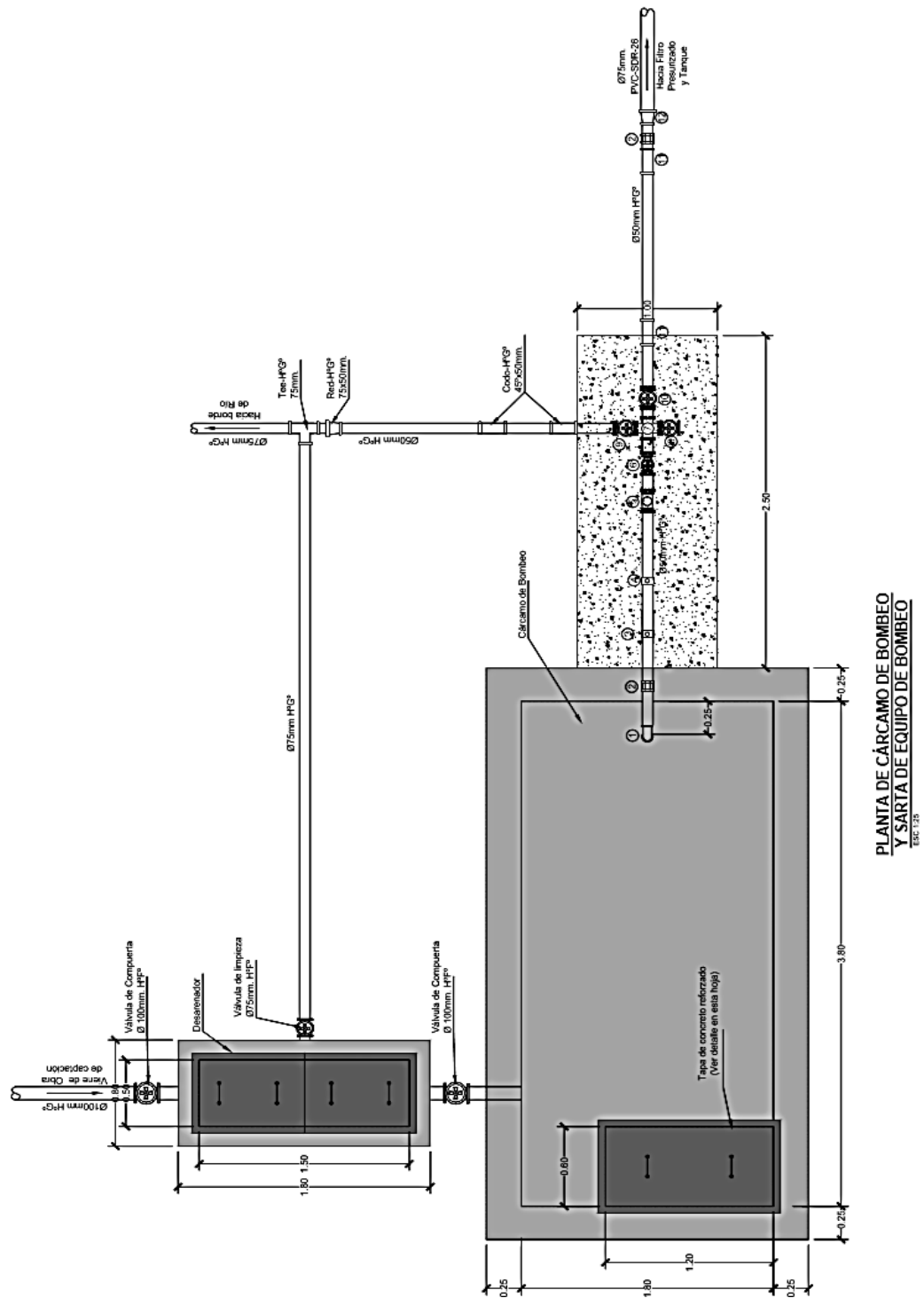
Fuente: Elaboración propia

Figura 14 Vista en planta del Desarenador



Fuente: Elaboración propia

Figura 15 Planta de Cárcamo de Bombeo y Sarta de Equipo de Bombeo



Fuente: Elaboración propia

ACCESORIOS DE SARTA

1	Codo H _{90°} 90°x50mm.
2	Unión dresser H _{90°} Ø50mm.
3	Válvula de aire Ø19mm. H _{90°}
4	Manómetro 150 PSI
5	Medidor maestro Ø50mm
6	Válvula de no retorno Ø50mm. H _{90°}
7	Cruz Ø 50x50mm. H _{90°}
8	Válvula de Limpieza Ø50mm. H _{90°}
9	Válvula de Alivio Ø50mm. H _{90°}
10	Válvula de Pase Ø50mm. H _{90°}
11	Codo 45°x50mm. H _{90°}
12	Reductor 75x50mm. PVC

50

3.3.2. Filtro

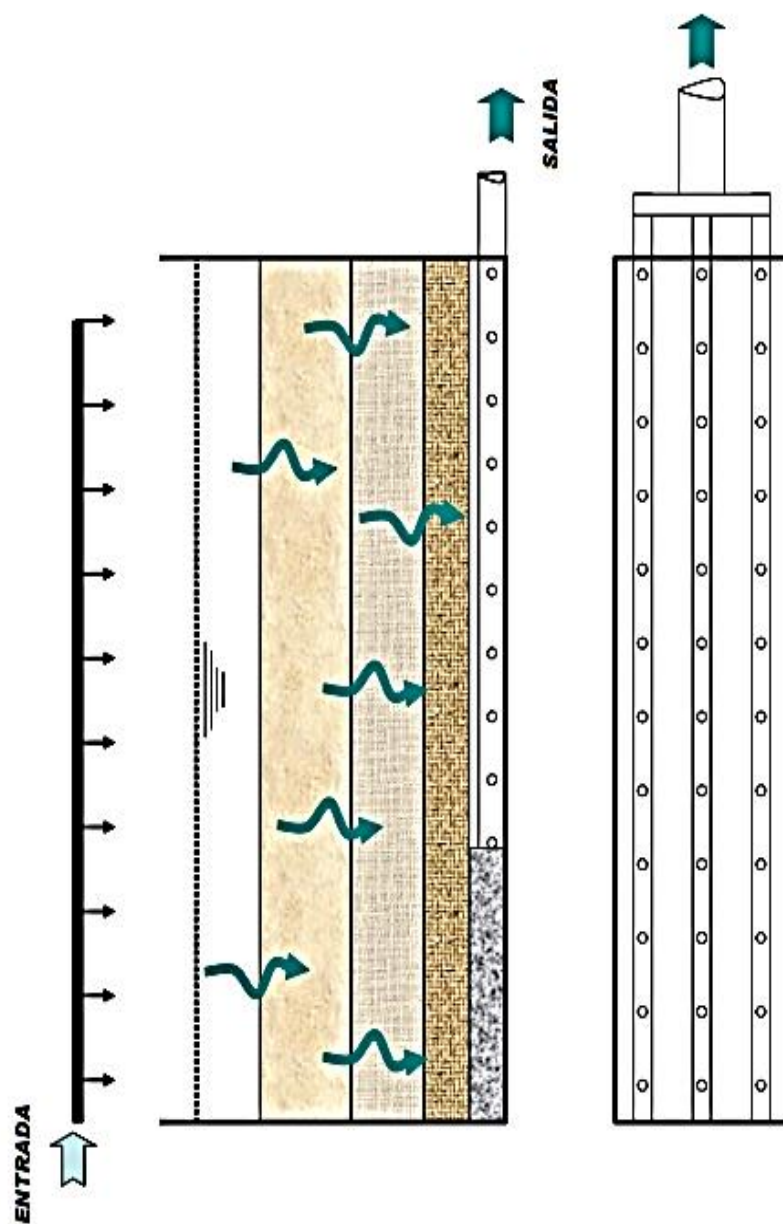
La filtración es una operación unitaria de gran importancia dentro de un sistema de tratamiento y acondicionamiento de aguas. Generalmente la filtración se efectúa después de la separación de la mayoría de los sólidos suspendidos por sedimentación, aunque dependiendo de las características del agua, es posible que esta entre directamente a la etapa de filtración, sin ser sedimentada previamente.

Esto puede presentarse dependiendo de la cantidad y naturaleza de los sólidos en suspensión. Si la cantidad de sólidos suspendidos no es muy grande puede pasarse directamente a la etapa de filtración. Si la concentración de sólidos suspendidos en el agua a tratar es muy alta y se pasa directamente a la filtración, el filtro se satura rápidamente y es necesaria su limpieza con mucha mayor frecuencia, ya que los ciclos de filtración son de poca duración. Si previamente se separan los sólidos sedimentables, la carga en el filtro disminuye, y se tiene una mejor operación y un proceso de remoción de sólidos suspendidos más eficiente.

El método seleccionado en este proyecto es por medio de *filtro presurizado* ubicado en el predio del tanque de almacenamiento en las coordenadas 13° 14' 21.14"N, 86° 01' 54.81"O a una altitud de 1192 msnm. Ubicado en la comunidad Anita. El sistema de tratamiento cual consiste en filtración multimedia de profundidad con medio filtrante zeolita (MICRO-Z) a baja velocidad para reducir turbidez y sólidos suspendidos + carbón activado granular + arena soporte.

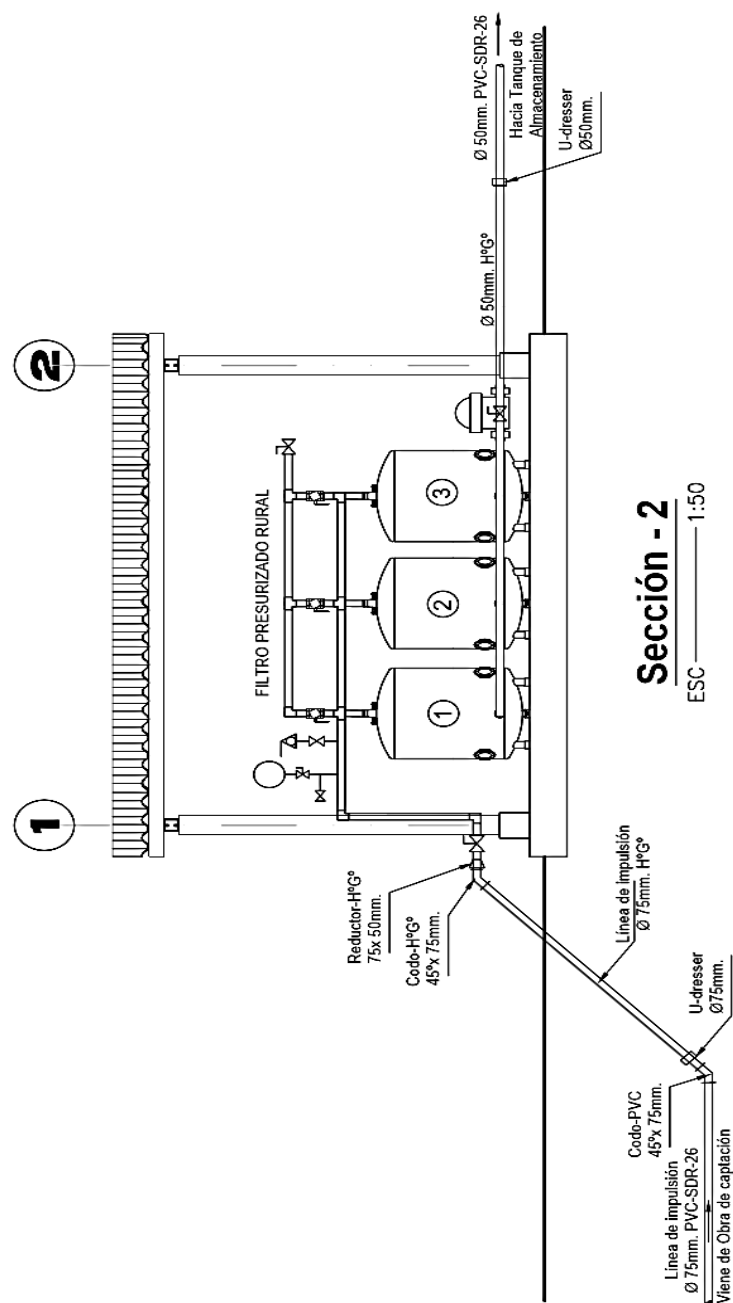
Los filtros estarán ubicados en una caseta de 4.00 m de largo y 3.00m de ancho con protección de malla ciclón.

Figura 17 Corte transversal y vista superior del filtro.



Fuente: Elaboración propia

Figura 18 Vista de Elevación de Filtro Presurizado



Fuente: Elaboración propia

3.3.3. Tanque de almacenamiento

El tanque de almacenamiento se proyectará para el final del período de diseño, el cual es de 20 años con una capacidad de 8 m³, que corresponde al 35% del Consumo Promedio Diario Total (CPDT) en el año 20. Este volumen es suficiente para cubrir la demanda de agua de la población en caso de falla por reparación en la línea de conducción o mantenimiento en las captaciones. El tanque propuesto es completamente nuevo de *concreto reforzado sobre suelo*.

Otra de las funciones del tanque de almacenamiento es mantener las presiones hidráulicas dentro del rango establecido en normas, por lo que se propone proyectar un tanque de almacenamiento en las coordenadas UTM (X= 604723.82 Y= 1463655.22), el cual tiene una elevación topográfica de 1192 m de acuerdo al levantamiento topográfico.

En el sitio donde se colocará el tanque se realizará un corte de 1 m aproximadamente que corresponden al mejoramiento de suelo con suelo cemento en proporción 1:8 compactado a 95% standard en capas cada 0.15m. Para garantizar la buena operación y mantenimiento del tanque, se consideraron todas las obras complementarias como: válvulas de 2" en las tuberías de entrada y salida, boca de acceso con tapa metálica, peldaños de acceso, respiradero, tubería de rebose y limpieza, y válvula de boya de 2".

Cálculo de dimensionamiento del tanque de almacenamiento

Para el cálculo de las dimensiones del tanque de almacenamiento, será necesario usar el consumo promedio diario total, pues el volumen a almacenar es un porcentaje de dicho dato.

$$Volumen\ total = 35\%CPDT$$

Ecuación 16 Volumen del Tanque

$$Volumen\ total = 35\% * 21,053.18\ lpd$$

$$Volumen\ total = 7,368.613\ litros$$

$$Volumen\ total = 7.37\ m^3 \approx 8m^3$$

Cálculo de la base del tanque

Teniendo en cuenta esa consideración la base del tanque, se calcula con la siguiente ecuación:

$$B = \sqrt[3]{V}$$

Ecuación 17 Dimensionamiento de base del tanque de almacenamiento

$$B = \sqrt[3]{8m^3} = 2 m$$

Longitud del tanque

$$L = 1.5B$$

Ecuación 18 Longitud del Tanque

$$L = 1.5 * 2 = 3 m$$

Altura de agua en el tanque

$$H = \frac{2}{3} B$$

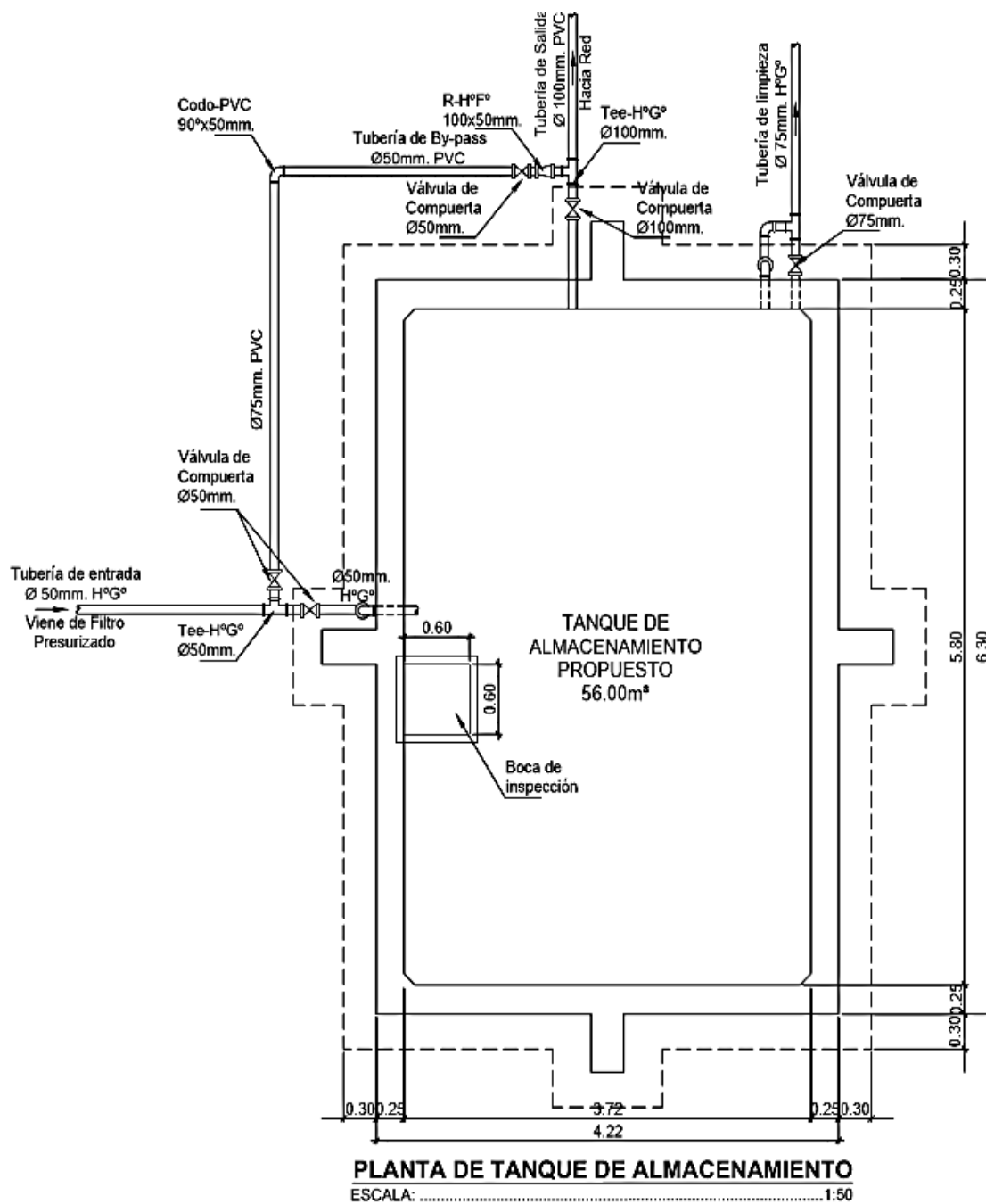
Ecuación 19 Altura del Agua en el Tanque

$$H = \frac{2 * 2 m}{3} = 1.33m \cong 1.5 m$$

Altura total del tanque

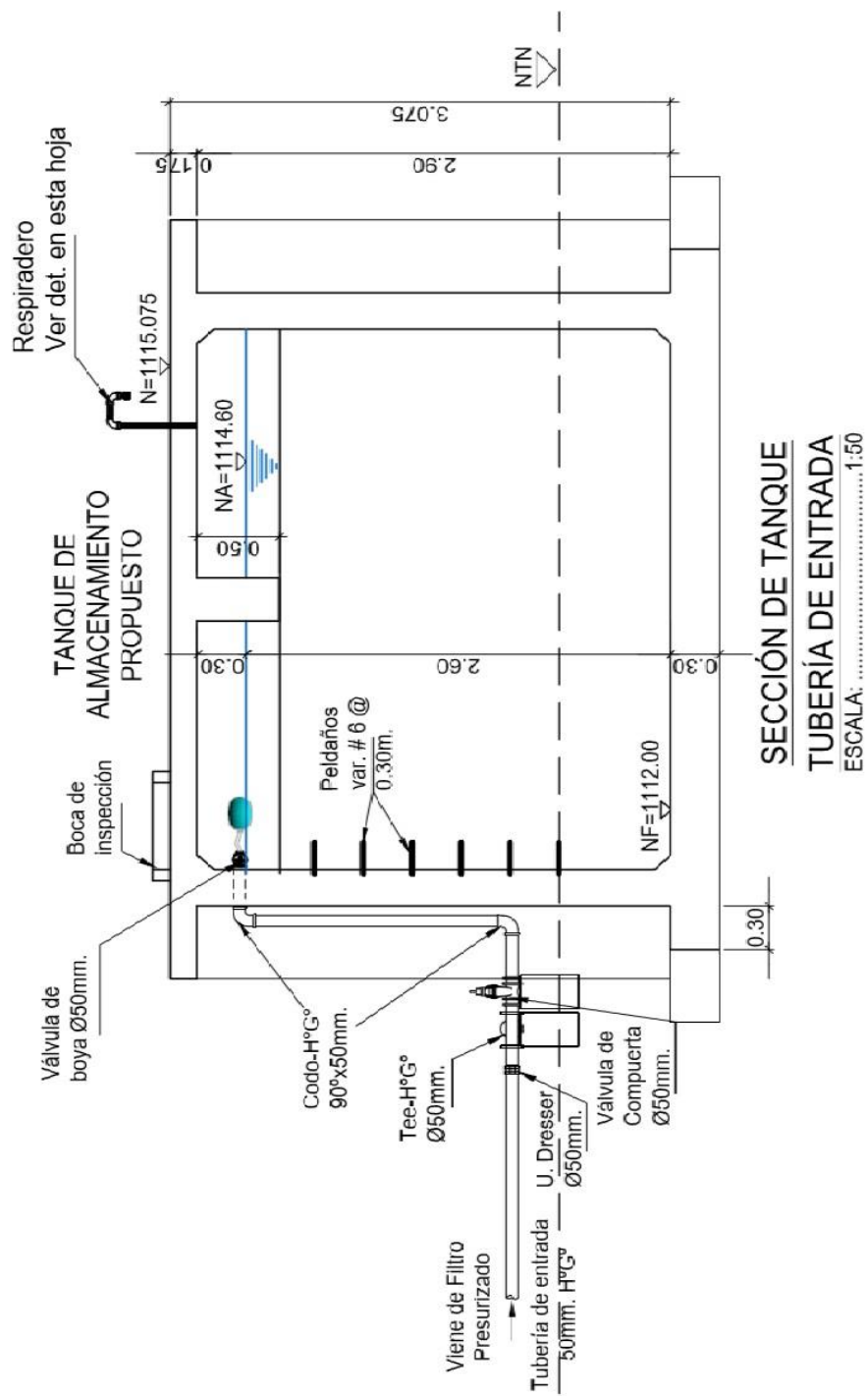
$$H = 1.50m + 0.40m = 1.90 m ,$$

Figura 19 Vista en planta tanque de almacenamiento



Fuente: Elaboración propia

Figura 20 Vista de Sección Transversal de Tanque de Almacenamiento



Fuente: Elaboración propia

3.3.4. Selección de la bomba

Dado que se trata de bombear agua desde una fuente superficial, se propone utilizar un equipo de *bombeo sumergible* ubicado en un cárcamo de bombeo que estará colocado en la salida del desarenador, capaz de poder abastecer la demanda, con gran eficiencia, confiabilidad, y además que sea resistente a la corrosión ideal para el suministro de agua.

Determinación de la potencia de la bomba y requerimiento eléctrico.

La selección de bomba está basada en la demanda de agua y la altura necesaria, la demanda de agua depende del número de consumidores conectados; es importante señalar que, para seleccionar la bomba adecuada, otro factor influyente es la presión que se ejerce en la tubería.

Para esta debida selección hemos recurrido a la ecuación de cálculo de potencia de la bomba la cual consiste en tomar el valor del caudal necesario obtenido en los cálculos de la dotación multiplicado por la carga total dinámica expresada en pies, este resultado será dividido por la constante de ecuación 3960 por 0.60

Cálculo de pérdidas locales en tubería de Conducción

Para el cálculo utilizaremos la siguiente formula:

$$hf = K * \frac{V^2}{2 * G}$$

Ecuación 20 Pérdidas locales

Tomamos en consideración los siguientes diámetros y constantes:

Cuadro 11 Pérdidas localizadas como longitudes de tubería. Ver en anexo.

		Diámetro:	0,8	1,0	1,3	1,5	2	3
			pulgadas	pulgadas	pulgadas	pulgadas	pulgadas	pulgadas
		$\frac{V^2}{2 * G} =$	0,2497	0,0790	0,0324	0,0156	0,0049	0,0020
Cantidad	Accesorio	K	Hf	Hf	Hf	Hf	Hf	Hf
2	Uniones maleables	0,6	0,300 m	0,095 m	0,039 m	0,019 m	0,006 m	0,002 m
1	Válvula de retención	2	0,499 m	0,158 m	0,065 m	0,031 m	0,010 m	0,004 m
1	Válvula de Alivio	2,5	0,624 m	0,197 m	0,081 m	0,039 m	0,012 m	0,005 m
2	Válvula de Compuerta	0,25	0,125 m	0,039 m	0,016 m	0,008 m	0,002 m	0,001 m
1	Medidor maestro	2,5	0,624 m	0,197 m	0,081 m	0,039 m	0,012 m	0,005 m
1	Manómetro	2,5	0,624 m	0,197 m	0,081 m	0,039 m	0,012 m	0,005 m
2	Codos de 45 grados	0,4	0,200 m	0,063 m	0,026 m	0,012 m	0,004 m	0,002 m
1	Cruz	2,5	0,624 m	0,197 m	0,081 m	0,039 m	0,012 m	0,005 m
		Σ Hf	3,620 m	1,145 m	0,469 m	0,226 m	0,072 m	0,029 m

Fuente: Elaboración propia

$$L_{real} = L_{tuberia} + L_{equiv. accesorios}$$

$$L_{real} = 210 \text{ m}$$

$$Caudal = 10 \text{ GPM}$$

Cálculo de pérdidas por Hazen Williams en tubería de Conducción

$$\Sigma hf = \frac{10.674 * L_{real} * Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.87}}$$

Ecuación 21 Pérdidas en la descarga

Dónde:

Σh = perdidas en la descarga.

C= coeficiente de rugosidad de la tubería (PVC)

D= diámetro de la tubería.

L= Longitud de tubería.

Q = caudal de diseño (gpm)

A continuación, se muestra la siguiente tabla se muestran El coeficiente de rugosidad (C) de Hazen – Williams para los diferentes tipos de materiales en los conductos:

Cuadro 12 Coeficientes de rugosidad de las tuberías. Ver en anexo.

Material del Conducto	Coeficiente de Rugosidad (C)
Tubo de Hierro Galvanizado (H°.G°)	100
Tubo de Concreto	130
Tubo de Asbesto Cemento	140
Tubo de Hierro Fundido (H°.F°)	130
Tubo Plástico (PVC)	150

Fuente: INAA

Se propuso una tubería de plástico con C = 150

Cuadro 13 Pérdidas en tuberías de conducción. Ver en anexo.

Diámetro=	0,75	Plg	hf=	60,47	m
Diámetro=	1,00	Plg	hf=	14,9	m
Diámetro=	1,25	Plg	hf=	5,03	m
Diámetro=	1,50	Plg	hf=	2,07	m
Diámetro=	2,00	Plg	hf=	0,51	m
Diámetro=	2,50	Plg	hf=	0,18	m

Fuente: Elaboración propia

Sumatoria de pérdidas

$$\sum h = Hf + hf$$

Cuadro 14 Sumatoria de Pérdidas. Ver en anexo.

64,09	M	Para línea de conducción de Φ 0,75
16,05	M	Para línea de conducción de Φ 1
5,50	M	Para línea de conducción de Φ 1,25
2,30	M	Para línea de conducción de Φ 1,5
0,58	M	Para línea de conducción de Φ 2
0,21	M	Para línea de conducción de Φ 2,5

Fuente: Elaboración propia

Potencia hidráulica de la bomba

Para obtener la potencia de la bomba se debe tener conocimiento de la carga total dinámica, que se obtiene de la siguiente formula:

$$CTD = CED + hf_{descarga}$$

Ecuación 22 Carga total dinámica

De donde:

CED = Carga estática de la descarga

$$CED = 43.00 \text{ m}$$

Conociendo los datos anteriores se obtuvo

Cuadro 15 Carga Total Dinámica. Ver en anexo.

CTD para Tubería de Φ 0,75		CTD para Tubería de Φ 1		CTD para Tubería de Φ 1,25	
CTD=	107,090 m	CTD=	59,05 m	CTD=	48,499 m
	351,3 pies		193,7 pies		159,1 pies

CTD para Tubería de Φ 1,5		CTD para Tubería de Φ 2		CTD para Tubería de Φ 2,5	
CTD=	45,30 m	CTD=	43,6 m	CTD=	43,209 m
	148,6 pies		143,0 pies		141,8 pies

Fuente: Elaboración propia

Para determinar la potencia que la bomba utilizada para inyectar y suplir al sistema, se define mediante la siguiente formula:

$$PB = \frac{\gamma * Q * CTD}{75 * E}$$

Ecuación 23 Potencia de la bomba.

Dónde:

Pb = Potencia de la bomba

Q = Caudal

CTD =Carga total dinámica.

E= 60%

$\gamma = 1000 \text{ kg/m}^3$

$$PB = \frac{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0.00063 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}} * 48.50 \text{ m}}{75 * 0.6}$$

$$PB = 0.68 \text{ CV}$$

$$PB = 0.68 \text{ CV} * 0.986$$

$$PB = 0.67 \text{ HP}$$

$$PB = 0.67 \text{ HP} * 0.736$$

$$PB = 0.50 \text{ KW}$$

Se requiere un equipo de bombeo con una potencia superior a los 0.67 Hp

Una vez determinada la potencia de la bomba, se calcula la potencia del motor que se describe a continuación:

$$PM = 1.15 * PB$$

Ecuación 24 Potencia del motor.

$$PM = 1.15 * 0.67 \text{ Hp}$$

$$PM = 0.77 \text{ Hp} \approx 1 \text{ Hp}$$

Por tanto, la selección del equipo de bombeo se estimó para las siguientes características de operación:

Caudal= $2.27 \text{ m}^3/\text{h} = 10\text{GPM}$

CTD= 48.50

Se utilizó como referencia el catálogo de bombas sumergibles FRANKLIN ELECTRIC el cual es suministrado por la empresa Aquatec, resultando la elección de una bomba SQE para caudales de operación de $2.27 \text{ m}^3/\text{h}$, las características del equipo de bombeo se indican a continuación:

Potencia= 0.77 Hp

Capacidad de bombeo = $3.17 \text{ m}^3/\text{h}$

Diámetro de descarga = 2"

Diámetro nominal exterior = 1.25"

Potencia requerida = 1 Hp

3.3.5. Electrificación del sistema

Se utilizará energía eléctrica convencional de red pública (monofásica de 60 Hz con voltaje de 110 voltios), para la conexión del equipo de bombeo y caseta de control dado que existe un poste ubicado a 200 m del sitio del cárcamo.

3.3.6. Diseño hidráulico de la línea de conducción

Diámetro de la línea de conducción.

A continuación, se muestra el análisis de diseño de la línea de conducción, la cual inicia en la fuente de abastecimiento (altura: 1090.1 msnm) y termina en el reservorio (Longitud: 1633 m), en esta línea de conducción estará pasando

un promedio de 10 gpm diariamente; a esto cual se le aplico un factor de corrección según las normas (INAA, 1999, pág. 33), el cual es de 1.5 al consumo promedio diario (CMD).

Para determinar el diámetro (más económico) puede aplicarse la siguiente formula, ampliamente usada en los Estados Unidos de Norte América.

(Similar a la de Bresse, con $K=0.9$ y $n=0.45$)

$$D = 0.9 (Q)^{0.45}$$

Ecuación 25 Diámetro eficiente para la línea de conducción

Donde:

D= metros

Q= m³/seg

$$D = 0.9(0.00063)^{0.45}$$

$$D = 0.03m = 1.18 \text{ pulg}$$

Diámetro seleccionado de tubería PVC-SDR26 1.25 pulg, cuyo coeficiente de rugosidad es de 150.

3.3.7. Tiempo de bombeo

Las horas de bombeo requerido para el diseño se calcularon de la manera siguiente:

$$Tb = \frac{24 * Q_{dn}}{Q_b}, \text{ horas}$$

Ecuación 26 Cálculo de tiempo de bombeo

Dónde:

Qb =, Caudal de bombeo para el consumo máximo día del último año

Qdn = Caudal de consumo de cualquier año

Tb = Tiempo de bombeo horas

La tabla siguiente nos muestra los tiempos de bombeo requerido, tiempo mínimo y máximo de bombeo. Cuando la población está demandando el consumo promedio diario, el tiempo mínimo es aproximadamente de 10.01 horas y el tiempo máximo es de 16.73 horas

Cuadro 16 Tiempo de Bombeo. Ver en anexo.

Año	Qb (lps)	Qdn (lps)	Tiempo de bombeo (Horas diarias)
0	0,35	0,146	10,01
1	0,35	0,15	10,29
2	0,35	0,154	10,56
3	0,35	0,158	10,83
4	0,35	0,162	11,11
5	0,35	0,166	11,38
6	0,35	0,17	11,66
7	0,35	0,175	12,00
8	0,35	0,179	12,27
9	0,35	0,184	12,62
10	0,35	0,189	12,96
11	0,35	0,193	13,23
12	0,35	0,198	13,58
13	0,35	0,215	14,74
14	0,35	0,221	15,15
15	0,35	0,227	15,57
16	0,35	0,233	15,98
17	0,35	0,239	16,39
18	0,35	0,245	16,80
19	0,35	0,251	17,21
20	0,35	0,244	16,73

Fuente: Elaboración propia

3.3.8. Diseño de red de distribución

Generalidades

En el diseño de la red de distribución de una localidad, se debe de considerar los siguientes aspectos fundamentales:

- a) El diseño se hará para las condiciones más desfavorables en la red, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento para el período de diseño.

- b) Deberá de tratarse de servir directamente al mayor porcentaje de la población dentro de las viviendas, en forma continua, de calidad aceptable y cantidad suficiente.
- c) La distribución de los gastos, debe hacerse mediante hipótesis que esté acorde con el consumo real de la localidad durante el período de diseño.
- d) Las redes de distribución deberán dotarse de los accesorios y obras necesarias, con el fin de asegurar el correcto funcionamiento, dentro de las normas establecidas y para facilitar su mantenimiento.
- e) El sistema principal de distribución de agua puede ser de red abierta, de malla cerrada, o una combinación de ambas y se distribuirán las tuberías en la planimetría de la localidad, tratando de abarcar el mayor número de viviendas mediante conexiones domiciliarias.

Parámetros de diseños

En estos se incluyen las dotaciones por persona, el período de diseño, la población futura y los factores específicos (velocidades permisibles, presiones mínimas y máximas, diámetro mínimo, cobertura sobre tubería y resistencia de las tuberías).

Velocidades permisibles

Se permitirán velocidades de flujo de 0.4 m/s a 2.00 m/s en los conductos para evitar erosión interna o sedimentación en las tuberías.

Presiones mínimas y máximas

La presión mínima residual en la red principal será de 5 mts; la carga estática máxima será de 50 mts. Se permitirán en puntos aislados, presiones estáticas hasta de 70 mts., cuando el área de servicio sea de topografía muy irregular.

Diámetro mínimo

El diámetro mínimo de la tubería de la red de distribución será de 1.25 pulgadas (31.75 mm) siempre y cuando se demuestre que su capacidad sea satisfactoria para atender la demanda máxima, aceptándose en ramales abiertos en extremos de la red, para servir a pocos usuarios de reducida capacidad económica; y en zonas donde razonablemente no se vaya a

producir un aumento de densidad de población, podrá usarse el diámetro mínimo de una pulgada y media 1 ½" (37.5 mm) en longitudes no superiores a los 100.00 mts.

Cobertura sobre tuberías

En el diseño de tuberías colocadas en calles de tránsito vehicular se mantendrá una cobertura mínima de 1.20 m, sobre la corona del conducto en toda su longitud, y en calles peatonales esta cobertura mínima será 0.70 m.

Tipo de red

Se utilizará una red de distribución de agua potable abierta o ramificada:

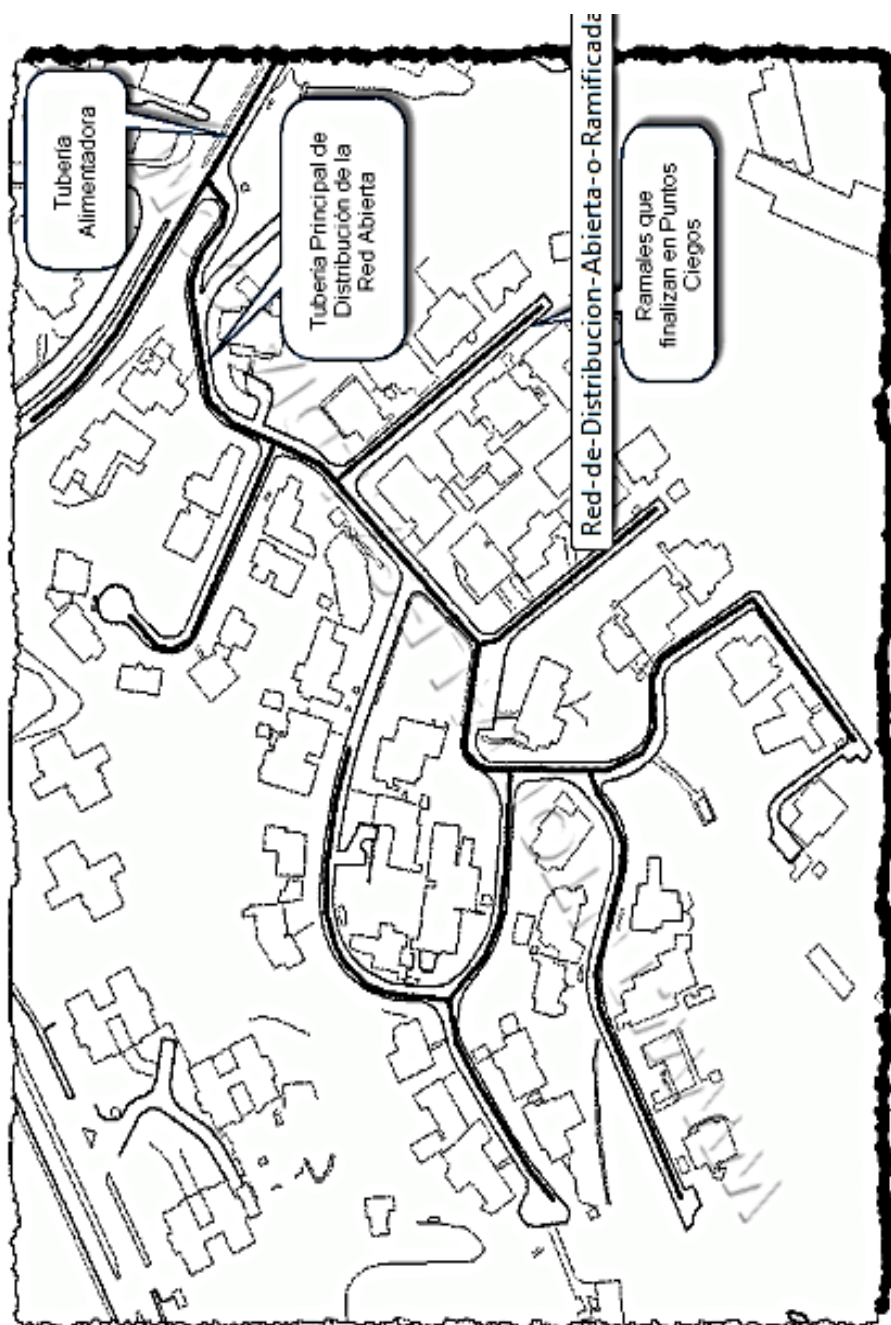
Este tipo de red de distribución se caracteriza por contar con una tubería principal de distribución (la de mayor diámetro) desde la cual parten ramales que terminarán en puntos ciegos, es decir sin interconexiones con otras tuberías en la misma red de distribución de agua potable.

La red de distribución proyectada tiene cobertura del 100% de la población al final del periodo de diseño. Se ha previsto un sistema de red completamente nuevo.

El sistema de distribución de agua potable se diseña a fin de reducir problemas de operatividad, costos de construcción y mantenimiento. En base a esta premisa, el sistema se basa en la distribución de flujos a gravedad desde una estructura de almacenamiento con capacidad de 8 m³ ubicados en la salida de un filtro presurizado rural, el cual es alimentado directamente desde la fuente u obra de captación a través de la línea de conducción anteriormente descrita

La red de distribución sale del tanque y el trazado de la misma se realizó de acuerdo a características topográficas y urbanísticas de la comunidad y tendrá la capacidad para abastecer adecuadamente la población hasta el año 20 del período de diseño.

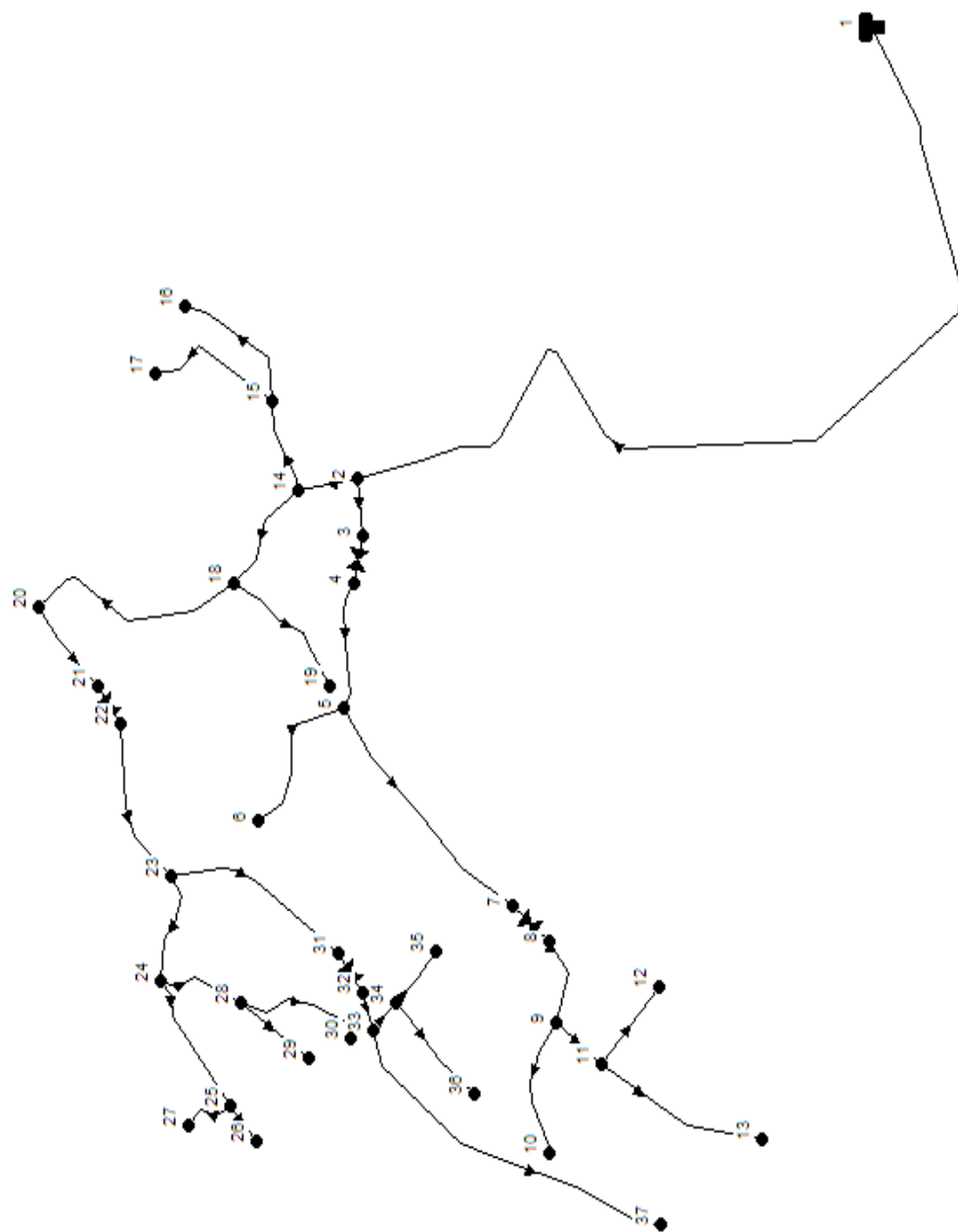
Figura 21 Sistema de distribución utilizado



Fuente: Elaboración propia

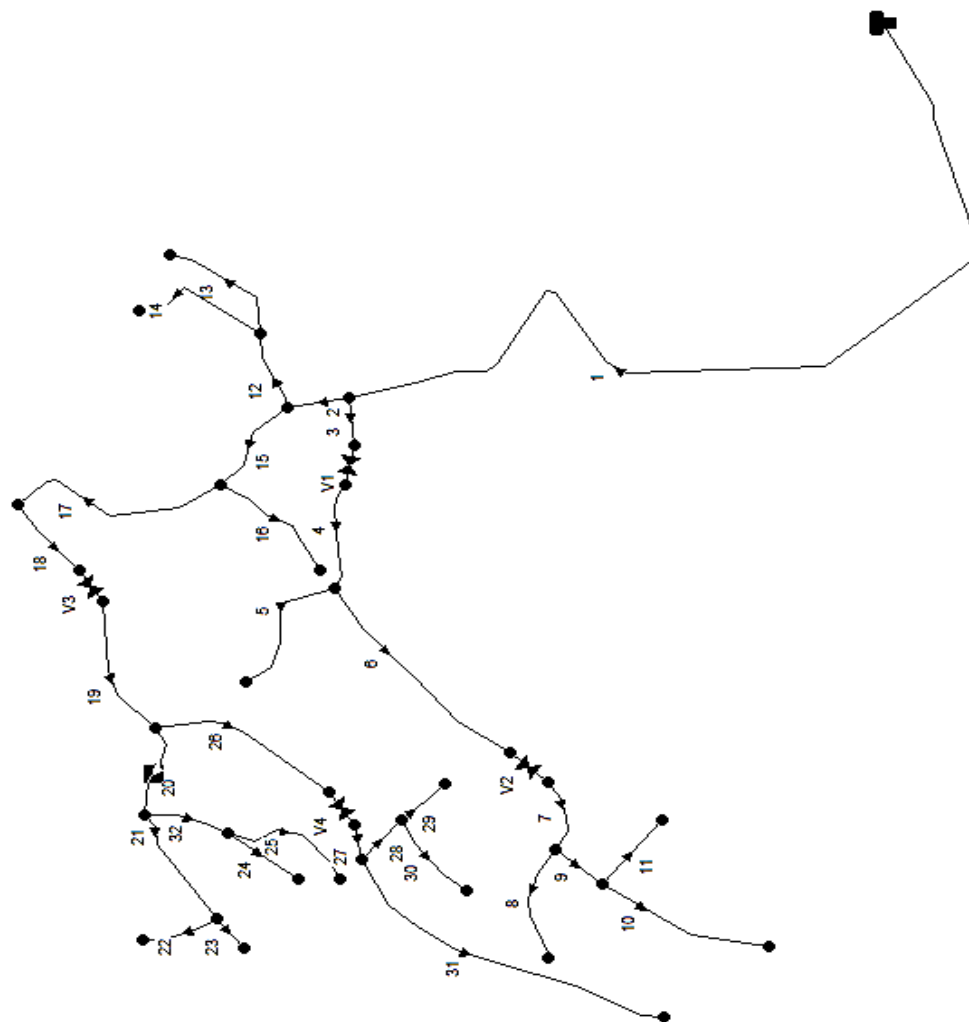
Se requerirán 4 estaciones de válvulas reguladoras de presión para el control de las presiones en las tuberías a lo largo de la red de distribución. En el análisis hidráulico de la red de distribución se utilizó el método iterativo de Hardy-Cross, mediante el uso del simulador por computadora EPANET v2 para analizar el comportamiento estático (Sin Consumo) y dinámico (Con Consumo Máxima Hora en la Red) del sistema con todas las conexiones domiciliarias instaladas. La red de distribución se analizó con el caudal de Consumo de Máximo Hora (0.55 lps), en base a la proyección de consumo hasta el final del período de diseño de (20 años), el cual se distribuyó en todos los nodos de la red para concentrar el caudal, también se analizó la condición sin consumo en la red, para determinar las presiones máximas y cédulas de las tuberías.

Figura 22 Esquema Hidráulico, ubicación de nodos a utilizar para la simulación hidráulica



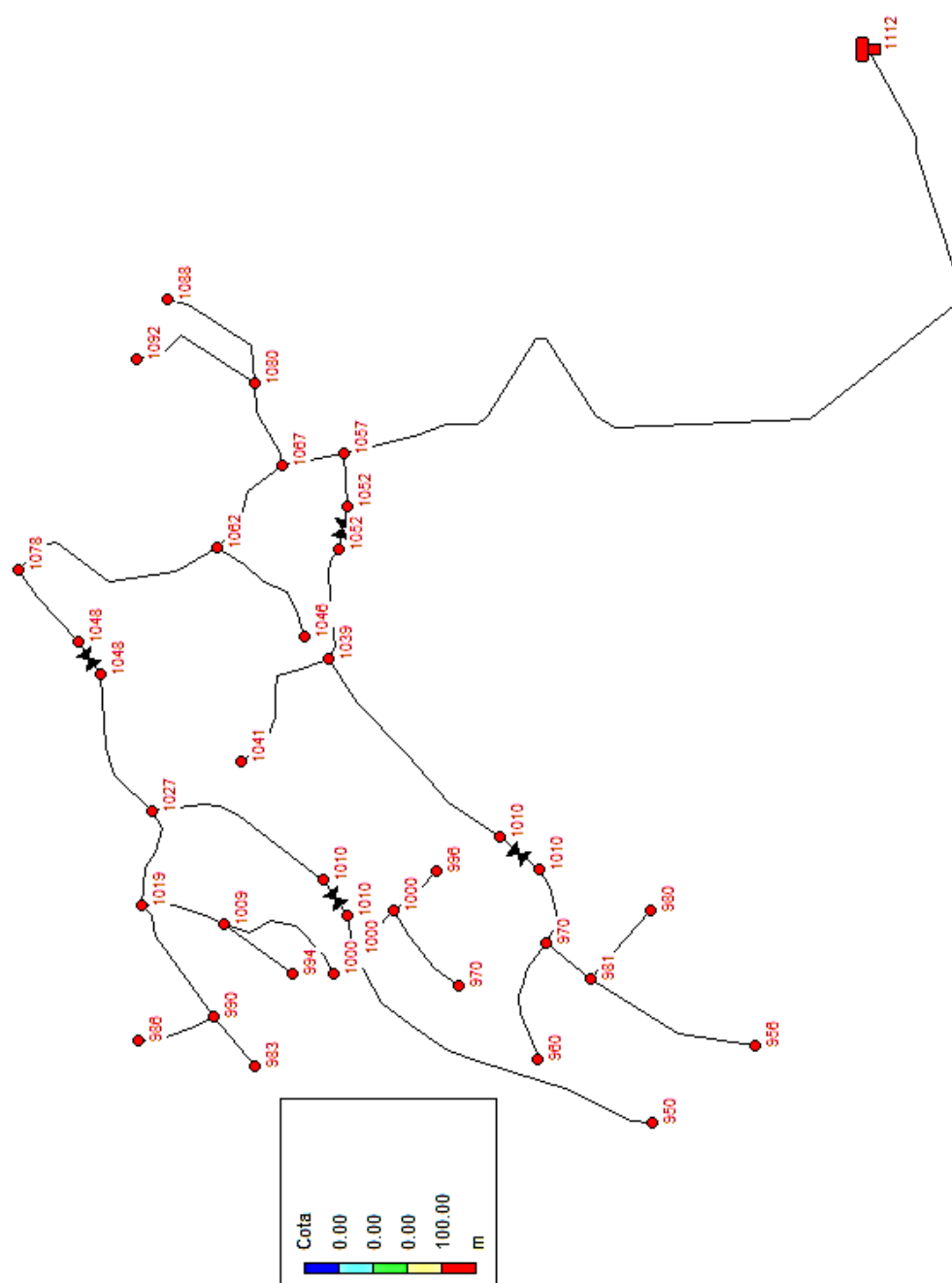
Fuente: Elaboración propia

Figura 23 Esquema Hidráulico, ubicación de las tuberías a utilizar para la simulación hidráulica



Fuente: Elaboración propia

Figura 24 Elevaciones de cada nodo



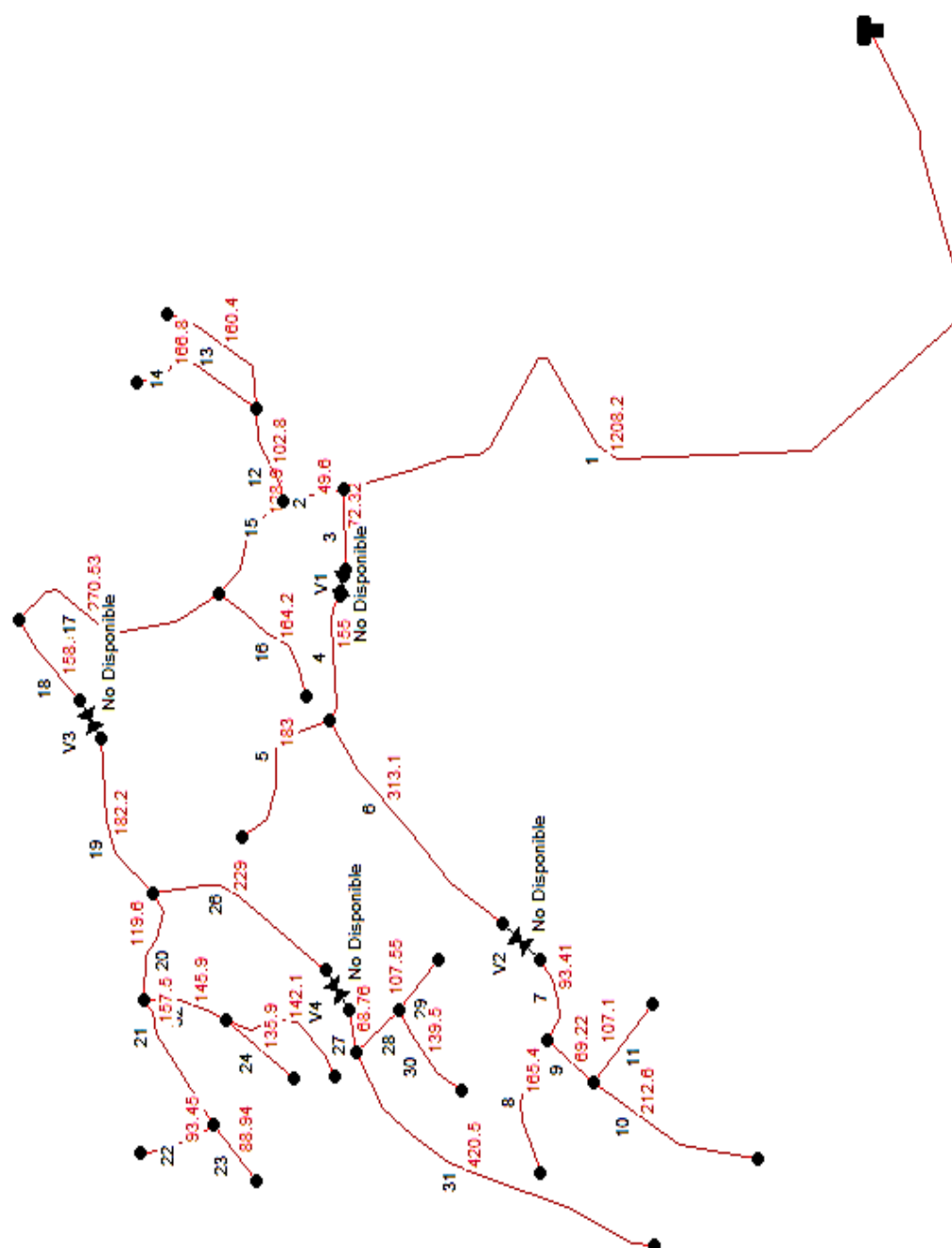
Fuente: Elaboración propia

Cuadro 17 Distribución nodal de consumo, en base a cantidad de casas por tramo

Nodo	Casas	CMH	Distribución nodal (lps)	ALTITUD (msnm)
1	1	0,55	0,013	1,112
2	0	0,55	0	1,057
3	2	0,55	0,026	1,052
4	2	0,55	0,026	1,052
5	3	0,55	0,039	1,039
6	4	0,55	0,052	1,041
7	0	0,55	0	1,01
8	1	0,55	0,013	1,01
9	0	0,55	0	970
10	1	0,55	0,013	960
11	2	0,55	0,001	981
12	2	0,55	0,026	980
13	1	0,55	0,013	956
14	2	0,55	0,026	1,067
15	3	0,55	0,039	1,08
16	1	0,55	0,013	1,088
17	1	0,55	0,013	1,092
18	1	0,55	0,013	1,062
19	1	0,55	0,013	1,046
20	1	0,55	0,013	1,078
21	1	0,55	0,013	1,048
22	0	0,55	0	1,048
23	1	0,55	0,013	1,027
24	1	0,55	0,013	1,019
25	1	0,55	0,013	990
26	0	0,55	0	983
27	2	0,55	0,026	986
28	1	0,55	0,013	1,009
29	1	0,55	0,013	994
30	1	0,55	0,013	1
31	1	0,55	0,013	1,01
32	0	0,55	0	1,01
33	1	0,55	0,013	1
34	0	0,55	0	1
35	2	0,55	0,026	996
36	1	0,55	0,013	970
37	1	0,55	0,013	950
Total	44	0,55	0,55	

Fuente: Elaboración propia

Figura 25 Longitudes de la red



Fuente: Elaboración propia

Cuadro 18 Longitudes y diámetros de la red. Ver en anexo.

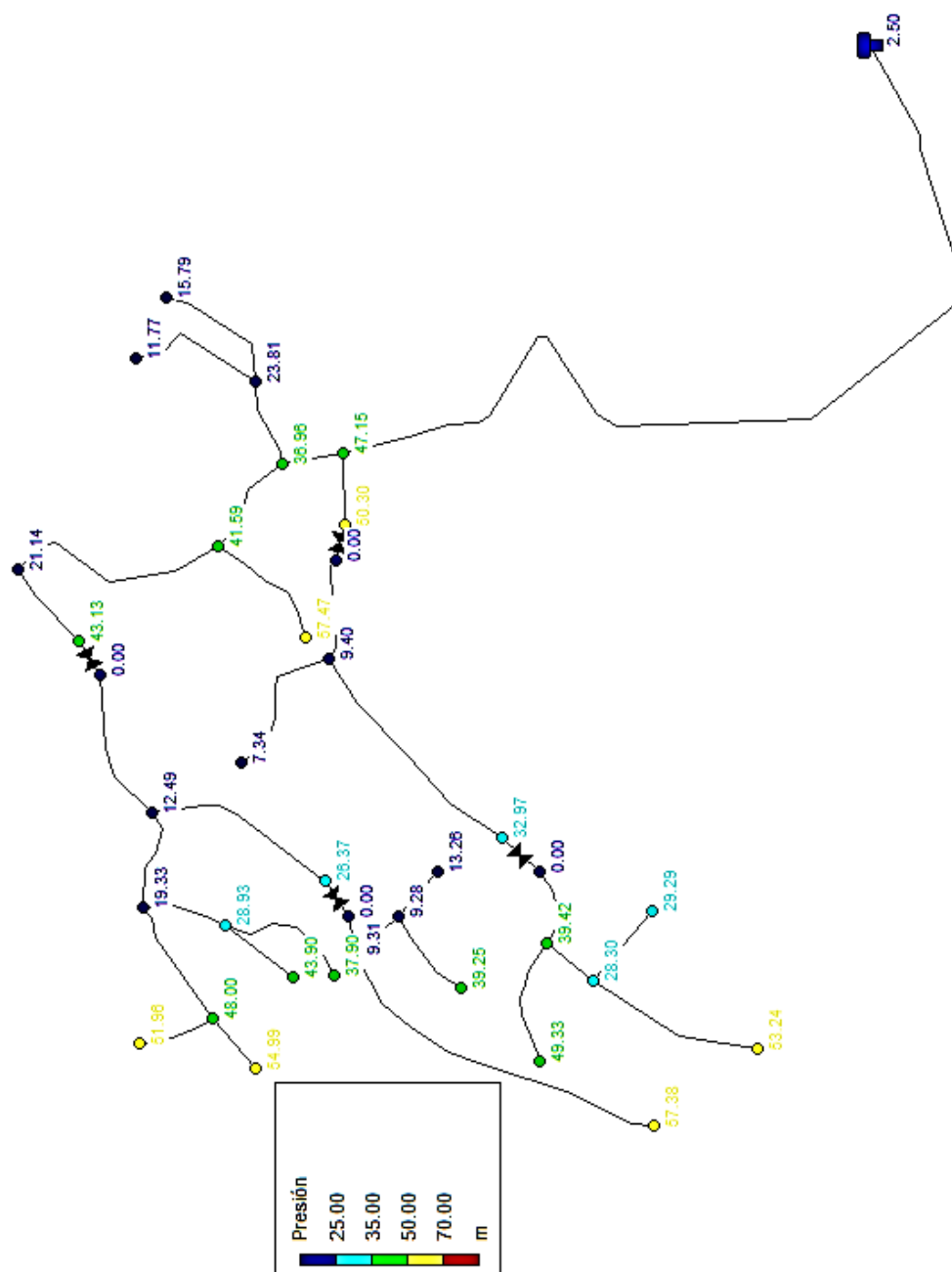
Tubería	Nodo Inicial	Nodo Final	Longitud (m)	Diámetro (mm)
1	1	2	100	32
2	2	14	50	32
3	2	3	50	16
4	4	5	100	16
5	5	6	50	16
6	5	7	50.60	16
7	8	9	40.30	16
8	9	10	30.50	16
9	9	11	69.22	16
10	11	13	100	16
11	11	12	107.1	16
12	14	15	30	16
13	15	16	20.5	16
14	15	17	17.80	16
15	14	18	60	16
16	18	19	40	16
17	18	20	30	50
18	20	21	35	16
19	22	23	69	16
20	23	24	57	16
21	24	25	100	16
22	25	27	75	16
23	25	26	88.94	16
24	28	29	87	16
25	28	30	100	16

Tubería	Nodo Inicial	Nodo Final	Longitud (m)	Diámetro (mm)
26	23	31	54.36	16
27	32	33	32.78	16
28	33	34	56.75	16
29	34	35	36.47	16
30	28	36	60.67	16
31	33	37	67.89	16
32	24	28	46.76	16
Total			1133	

Fuente: Elaboración propia

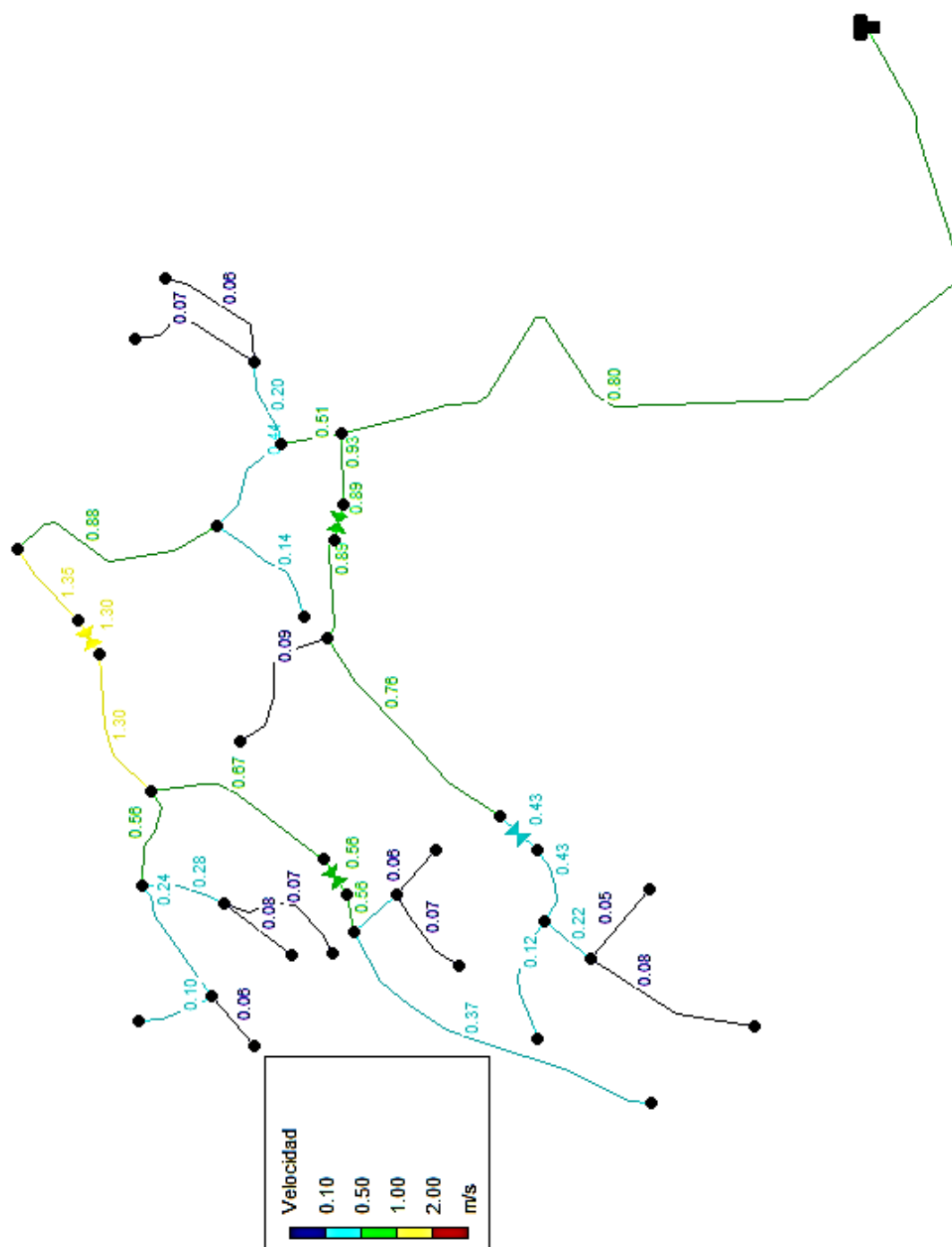
Producto del análisis en EPANET se obtuvo lo siguiente:

Figura 26 Presiones en el sistema con consumo máximo horario. Ver en anexo.



Fuente: Elaboración propia

Figura 27 Velocidades en el sistema con consumo máximo horario. Ver anexo.



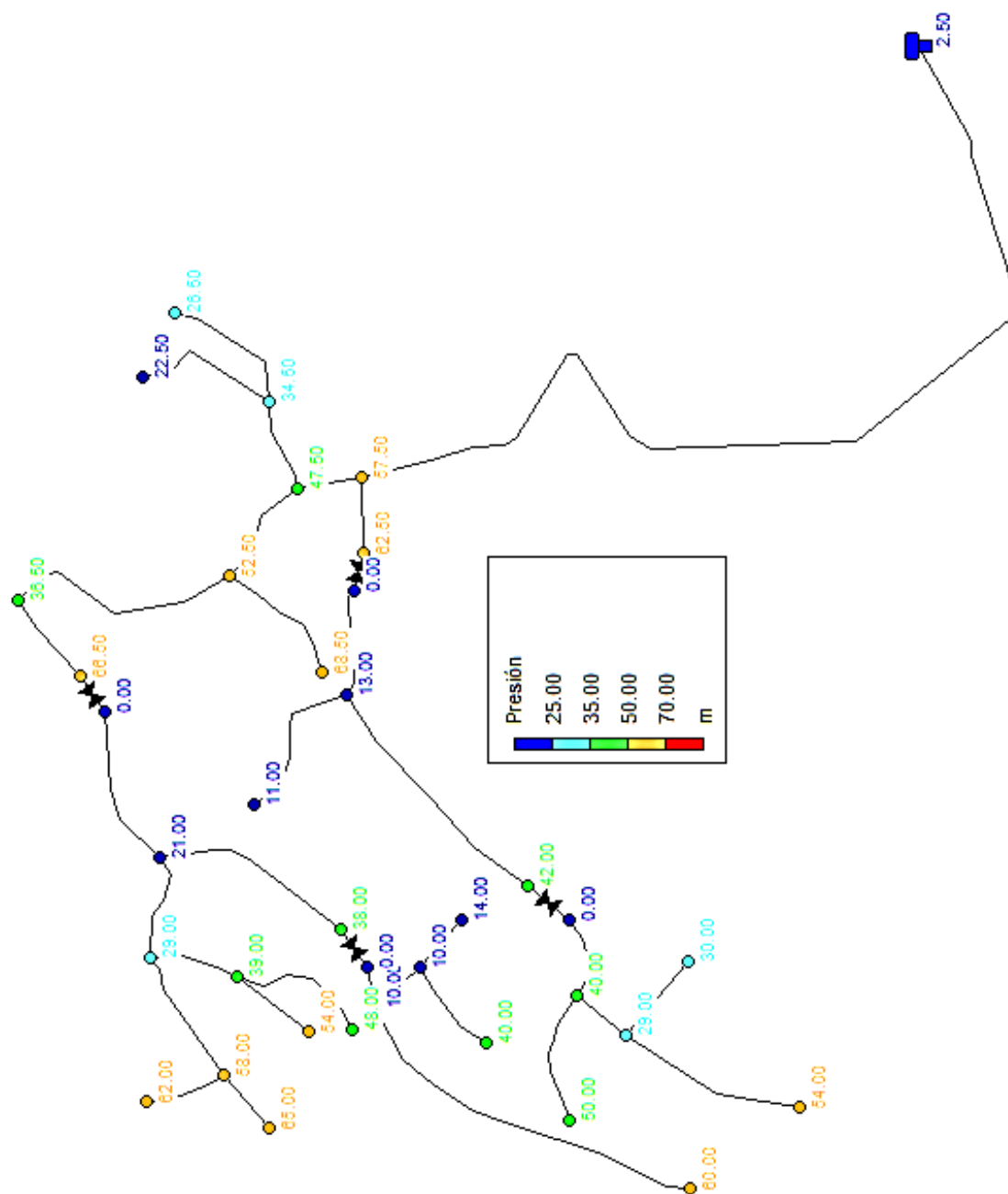
Fuente: Elaboración propia

Cuadro 19 Características de trabajo durante consumo máximo horario de las tuberías en la red. Ver en anexo.

ID Línea	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Caudal (LPS)	Velocidad (m/s)	Pérd. Unit. (m/km)
Tubería 01	100	32	1.76	0.4	4.285
Tubería 02	50	32	1.125	0.255	1.87
Tubería 03	50	16	0.53	0.465	12.755
Tubería 04	100	16	0.505	0.445	11.61
Tubería 05	50	16	0.05	0.045	0.175
Tubería 06	50.6	16	0.43	0.38	8.67
Tubería 07	40.30	16	0.245	0.215	3.095
Tubería 08	30.50	16	0.07	0.06	0.285
Tubería 09	69.22	16	0.125	0.11	0.89
Tubería 10	100	16	0.045	0.04	0.145
Tubería 11	107.1	16	0.025	0.025	0.05
Tubería 12	30	16	0.115	0.1	0.76
Tubería 13	20.50	16	0.03	0.03	0.07
Tubería 14	17.80	16	0.04	0.035	0.115
Tubería 15	60	16	0.98	0.22	1.455
Tubería 16	40	16	-0.08	0.07	0.375
Tubería 17	30	25	-0.86	0.44	8.225
Tubería 18	35	16	-0.765	0.675	25.25
Tubería 19	69	16	-0.735	0.65	23.35
Tubería 20	57	16	-0.315	0.28	4.86
Tubería 21	100	16	0.135	0.12	1.035
Tubería 22	75	16	0.06	0.05	0.21
Tubería 23	88.94	16	0.03	0.03	0.07
Tubería 24	87	16	0.045	0.04	0.145
Tubería 25	100	16	-0.04	0.035	0.115
Tubería 26	54.36	16	-0.38	0.335	6.815
Tubería 27	32.78	16	-0.32	0.28	5.015
Tubería 28	56.75	16	0.075	0.065	0.33
Tubería 29	36.47	16	0.03	0.03	0.07
Tubería 30	60.67	16	0.04	0.035	0.115
Tubería 31	67.89	16	-0.21	0.185	2.295
Tubería 32	46.76	16	0.155	0.14	1.345
Válvula V1	No Disponible	16	0.505	0.445	25.15
Válvula V2	No Disponible	16	0.245	0.215	16.485
Válvula V3	No Disponible	16	0.735	0.65	21.565
Válvula V4	No Disponible	16	0.32	0.28	13.185

Fuente: Elaboración propia

Figura 28 Presiones en el sistema sin consumo en la red. Ver en anexo.



Fuente: Elaboración propia

Cuadro 20 Resumen de resultados de EPANET, en ambos casos (con consumo y sin consumo). Ver en anexo.

Prueba con consumo máximo horario					Prueba sin consumo		
ID Nudo	Cota (m)	Demanda (LPS)	Altura (m)	Presión (m)	Demanda (LPS)	Altura (m)	Presión (m)
Conexión 02	1,057	0.21	1,104.15	47.15	0	1,114.5	57.5
Conexión 03	1,052	0.05	1,102.30	50.3	0	1,114.5	62.5
Conexión 04	1,052	0	1,052.00	0	0	1,052.0	0
Conexión 05	1,039	0.04	1,048.40	9.4	0	1,052.0	13
Conexión 06	1,041	0.1	1,048.34	7.34	0	1,052.0	11
Conexión 07	1,010	0.37	1,042.97	32.97	0	1,052.0	42
Conexión 08	1,010	0	1,010.00	0	0	1,010.0	0
Conexión 09	970	0.1	1,009.42	39.42	0	1,010.0	40
Conexión 10	960	0.14	1,009.33	49.33	0	1,010.0	50
Conexión 11	981	0.1	1,009.30	28.3	0	1,010.0	29
Conexión 12	980	0.05	1,009.29	29.29	0	1,010.0	30
Conexión 13	956	0.09	1,009.24	53.24	0	1,010.0	54
Conexión 14	1,067	0.05	1,103.96	36.96	0	1,114.5	47.5
Conexión 15	1,080	0.08	1,103.81	23.81	0	1,114.5	34.5
Conexión 16	1,088	0.06	1,103.79	15.79	0	1,114.5	26.5
Conexión 17	1,092	0.08	1,103.77	11.77	0	1,114.5	22.5
Conexión 18	1,062	0.08	1,103.59	41.59	0	1,114.5	52.5
Conexión 19	1,046	0.16	1,103.47	57.47	0	1,114.5	68.5
Conexión 20	1,078	0.19	1,099.14	21.14	0	1,114.5	36.5
Conexión 21	1,048	0.06	1,091.13	43.13	0	1,114.5	66.5
Conexión 22	1,048	0	1,048.00	0	0	1,048.0	0
Conexión 23	1,027	0.08	1,039.49	12.49	0	1,048.0	21
Conexión 24	1,019	0.04	1,038.33	19.33	0	1,048.0	29

Prueba con consumo máximo horario					Prueba sin consumo		
Conexión 25	990	0.09	1,038.00	48	0	1,048.0	58
Conexión 26	983	0.06	1,037.99	54.99	0	1,048.0	65
Conexión 27	986	0.12	1,037.96	51.96	0	1,048.0	62
Conexión 28	1,009	0.14	1,037.93	28.93	0	1,048.0	39
Conexión 29	994	0.09	1,037.90	43.9	0	1,048.0	54
Conexión 30	1,000	0.08	1,037.90	37.9	0	1,048.0	48
Conexión 31	1,010	0.12	1,036.37	26.37	0	1,048.0	38
Conexión 32	1,010	0	1,010.00	0	0	1,010.0	0
Conexión 33	1,000	0.07	1,009.31	9.31	0	1,010.0	10
Conexión 34	1,000	0	1,009.28	9.28	0	1,010.0	10
Conexión 35	996	0.06	1,009.26	13.26	0	1,010.0	14
Conexión 36	970	0.08	1,009.25	39.25	0	1,010.0	40
Conexión 37	950	0.42	1,007.38	57.38	0	1,010.0	60
Depósito 1	1,112	-3.52	1,114.50	2.5	0	1,114.5	2.5

Fuente: Elaboración propia, (resultados extraídos de simulaciones hechas en EPANET)

Nivel de servicio

El suministro de agua potable a las viviendas será por medio de conexiones domiciliarias, las cuales se instalarán completamente con sus respectivos medidores y cajas de protección, para dar una cobertura del 100%.

Pérdidas por fricción

$$H = \left| \frac{SeQ_e - SfQ_f}{2.85(Q_e - Q_f)} \right| L$$

Ecuación 27 Pérdidas por fricción.

En la cual:

H: Pérdidas por fricción en metros

Q_e: caudal entrante en el tramo en (gpm)

Q_f: caudal de salida al final del tramo (gpm)

Se: Pérdidas en el tramo correspondiente Q_e en decimales

Sf: Pérdidas en el tramo correspondiente Q_f en decimales

L: longitud del tramo en metros

3.3.9. Actividades de construcción

En la fuente

Se diseñó la obra de captación para obtener el caudal en las condiciones requeridas, reducir al mínimo los costos de operación y mantenimiento, para esto se seleccionó materiales que garantizan su vida útil, así mismo se dimensionaron los elementos estructurales, con el fin de obtener su costo y eficiencia más razonable.

En la línea de conducción

Es el conjunto integrado por tuberías, y dispositivos de control, que permiten el transporte del agua en condiciones adecuadas de calidad, cantidad y presión desde la fuente de abastecimiento, hasta el sitio donde será distribuida.

La longitud total topográfica de la línea de conducción propuesta que transportará agua cruda desde el cárcamo de bombeo hasta el tanque de almacenamiento, tomando en cuenta las pendientes del relieve es de 1633 m con un diámetro de $\varnothing 75$ mm (2.5") con tubería de PVC - SDR 26.

En el tanque

Se realizó el cálculo del dimensionamiento para el tanque de almacenamiento como son: volumen de excavación, altura de rebose, área y diámetro interno del tanque, movimiento de tierra, se contempla en esta etapa trazo y nivelación, formaletas, acero de refuerzo, acabados.

En la red

La red de distribución es el sistema de tuberías de PVC-SDR 26, la cual sale del tanque y el trazado de la misma se realizó de acuerdo a características topográficas y urbanísticas de la comunidad, los accesorios, así mismo, de 4 estaciones de válvulas reguladoras de presión para el control de las presiones en las tuberías a lo largo de la red de distribución.

3.4. Aspectos legales y de funcionamiento

Todo proyecto requiere de una conformación legal, siendo este el caso en que los componentes que requieren legalidad a favor de la comunidad son el terreno de la fuente de captación y el predio donde se encontrará el filtro presurizado y el tanque de almacenamiento.

Se cuenta con escrituras de legalidad a favor de la comunidad Anita tanto para el predio de la fuente como para el predio del tanque de almacenamiento, por tanto, la inversión en terrenos es cero.

En dependencia de la modalidad del proyecto, se realizarán capacitaciones a la junta directiva del CAPS (Comité de Agua Potable y Saneamiento), en los temas sobre administración, operación y mantenimiento del sistema de agua del tipo mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE). Por la complejidad del tipo de obra, el ingeniero residente del proyecto, será el responsable de dirigir el evento de capacitación sobre la operación y mantenimiento de su sistema, para brindar conocimientos sobre la operación del sistema.

En el ámbito social, se brindarán conocimientos sobre la administración del sistema de agua como son el montaje de libros contables (libro diario, libro mayor, libro de actas) recibos de entradas y salidas, facturas; control de materiales, planillas de pago, lectura de medidores, rendiciones de cuentas, auditorías sociales cada 2 meses y otros. Para la lectura de medidores se capacitarán especialmente a 2 miembros de la directiva o del CAPS para que sean estos los que realicen la actividad de lectura de estos, en cada hogar.

En estos temas se tratará que los miembros de la junta directiva y en especial el presidente y tesorero del CAPS dominen los conocimientos básicos contables para llevar la contabilidad del sistema y la buena administración de su proyecto.

Para cada tema de capacitación se utilizarán las cartillas orientadas por Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE), sobre la administración del sistema de agua potable.

3.4.1. Participación comunitaria.

La participación comunitaria organizada se ha previsto en las etapas del ciclo del proyecto (formulación, ejecución, supervisión y seguimiento). La población de la comunidad ha participado en asambleas informativas y de concertación, donde se ha identificado, discutido y seleccionado el tipo de sistema de agua a construir.

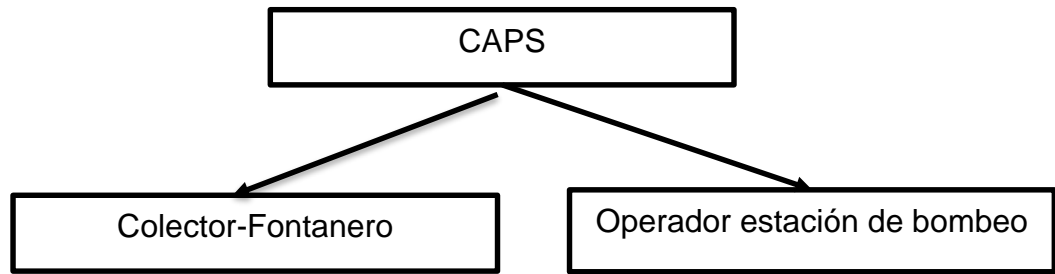
El CAPS será el encargado de organizar y dirigir las actividades para la ejecución del proyecto, garantizarán el cuidado y buen uso de los materiales. A través de las asambleas la comunidad asumirá el compromiso de aportar la mano de obra para la construcción del sistema, materiales locales (arena, piedra, agua), así como conformar su respectivo comité de seguimiento. La comunidad aportará el costo de los medidores que se instalarán en cada conexión domiciliar y los puestos públicos.

Al finalizar el proyecto las familias beneficiarias, serán los responsables del cuidado y mantenimiento de las obras construidas, el CAPS apoyará en los trabajos de operación y mantenimiento que se requieran y el grado de organización para esta actividad.

3.4.2. Organigrama

Para que el sistema funcione es necesario contar con una persona que se encargue de darle el mantenimiento necesario al sistema, el cual incluye la operación del equipo de bombeo, cloración y operación de válvulas durante dicho mantenimiento. La persona que el CAPS designe recibirá un salario mínimo por el tiempo dedicado a esta actividad.

Figura 29 Organigrama.



Fuente: Elaboración propia.

3.4.3. Costos de funcionamiento.

Se consideran en los costos de funcionamiento y operación, los gastos de administración, personal de operación, fondo para reposición, reparaciones en el sistema y recuperación de la inversión.

Costos de mantenimiento

Los costos de mantenimiento comprenden los gastos en reparaciones menores en paredes y piso de los módulos construidos, de los filtros y sustitución de accesorios que se dañen en la red de agua, y los gastos de las restantes instalaciones.

3.4.4. Tarifa.

Para la determinación de la tarifa que se usará en el proyecto es necesario conocer los costos totales de funcionamiento del sistema, así como los costos de administración del mismo, los cuales se dividirán entre la producción mensual de agua destinada al consumo de la población. A continuación, se muestra el método de cálculo.

$$T = \frac{CT}{CPA}$$

Ecuación 28 Cálculo de tarifa por rango de consumo

En dónde:

T1 Tarifa basado / Producción

CT: Costo Total Anual

CPA: Consumo promedio anual.

Cuadro 21 Cálculo de tarifa. Ver en anexo.

Nº	Año	Volumen de agua	Costo de Operación, Mantenimiento, Administración									Costo de Reposición de Activos Fijos (RAF)	Tarifa
			Horas de Bombeo		Costo de Energía	Cloro	Costo de Cloro	Costo Anual de Personal	Otros	Costo Anual de Mantenimiento	OMA		
		m³/año	Por día	Por Año	\$/año	Kg/año	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$/m³
0	2019	5.975,42	4,00	1.460,00	7.767,20	11,95	7.170,50	81.001,29	1.500	4.148,94	101.587,93	6.000	18,01
1	2020	6.154,68	4,00	1.460,00	7.767,20	12,31	7.385,61	81.001,29	1.500	4.148,94	101.803,04	6.000	17,52
2	2021	6.308,54	4,00	1.460,00	7.767,20	12,62	7.570,25	81.001,29	1.500	4.148,94	101.987,68	6.000	17,12
3	2022	6.466,26	4,00	1.460,00	7.767,20	12,93	7.759,51	81.001,29	1.500	4.148,94	102.176,94	6.000	16,73
4	2023	6.627,91	4,00	1.460,00	7.767,20	13,26	7.953,50	81.001,29	1.500	4.148,94	102.370,93	6.000	16,35
5	2024	6.793,61	4,00	1.460,00	7.767,20	13,59	8.152,33	81.001,29	1.500	4.148,94	102.569,76	6.000	15,98
6	2025	6.963,45	4,00	1.460,00	7.767,20	13,93	8.356,14	81.001,29	1.500	4.148,94	102.773,57	6.000	15,62
7	2026	7.137,54	4,50	1.642,50	8.738,10	14,28	8.565,05	81.001,29	1.500	4.148,94	103.953,38	6.000	15,40
8	2027	7.315,98	4,50	1.642,50	8.738,10	14,63	8.779,17	81.001,29	1.500	4.148,94	104.167,50	6.000	15,06
9	2028	7.498,88	4,50	1.642,50	8.738,10	15,00	8.998,65	81.001,29	1.500	4.148,94	104.386,98	6.000	14,72
10	2029	7.686,35	5,00	1.825,00	9.709,00	15,37	9.223,62	81.001,29	1.500	4.148,94	105.582,85	6.000	14,52

No	Año	Volumen de agua	Costo de Operación, Mantenimiento, Administración									Costo de Reposición de Activos Fijos (RAF)	Tarifa
			Horas de Bombeo		Costo de Energía	Cloro	Costo de Cloro	Costo Anual de Personal	Otros	Costo Anual de Mantenimiento	OMA		
		m³/año	Por día	Por Año	\$/año	Kg/año	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$/m³
11	2030	7.878,51	5	1.825,00	9.709,00	15,76	9.454,21	81.001,29	1.500	4.148,94	105.813,44	6.000	14,19
12	2031	8.075,47	5	1.825,00	9.709,00	16,15	9.690,56	81.001,29	1.500	4.148,94	106.049,79	6.000	13,88
13	2032	8.277,36	5	1.825,00	9.709,00	16,55	9.932,83	81.001,29	1.500	4.148,94	106.292,06	6.000	13,57
14	2033	8.484,29	5	1.825,00	9.709,00	16,97	10.181,15	81.001,29	1.500	4.148,94	106.540,38	6.000	13,26
15	2034	8.696,40	5	1.825,00	9.709,00	17,39	10.435,68	81.001,29	1.500	4.148,94	106.794,91	6.000	12,97
16	2035	8.913,81	6	2.190,00	11.650,80	17,83	10.696,57	81.001,29	1.500	4.148,94	108.997,60	6.000	12,90
17	2036	9.136,65	6	2.190,00	11.650,80	18,27	10.963,98	81.001,29	1.500	4.148,94	109.265,01	6.000	12,62
18	2037	9.365,07	6	2.372,50	12.621,70	18,73	11.238,08	81.001,29	1.500	4.148,94	110.510,01	6.000	12,44
19	2038	9.599,20	6	2.372,50	12.621,70	19,20	11.519,04	81.001,29	1.500	4.148,94	110.790,96	6.000	12,17
20	2039	9.839,18	7	2.555,00	13.592,60	19,68	11.807,01	81.001,29	1.500	4.148,94	112.049,84	6.000	12,00
												Promedio	15,35

Fuente: Elaboración propia

Por medio de los datos de la proyección de la población, el consumo promedio diario total (lpd) y el índice poblacional de la comunidad, se procedió a proyectar el número de viviendas calculándose la proyección de la población entre el promedio de habitantes por viviendas (3.73 habitantes), el consumo mensual se calculó del consumo promedio diario total por 30 días mes entre 1000, siendo la unidad de medidas en (m^3/mes).

Los costos totales anuales son la suma de los costos administrativos, costos de mantenimiento, costos de operación.

El consumo de viviendas mensual es la división consumo mensual entre el número de viviendas.

El precio C\$/ m^3 mes se calculó de los costos totales mensuales entre el consumo mensual (m^3/mes).

Capítulo IV: Evaluación Socioeconómica

4.1. Generalidades.

Esta evaluación se realizó con el fin de comprobar la rentabilidad económica del proyecto, de igual manera, se encuentra plasmado un análisis de todos los flujos financieros del proyecto con el objetivo de determinar la capacidad y la rentabilidad del proyecto, además, se calcularon todos los costos, los cuales se obtienen en base al análisis técnico.

Las inversiones a realizar para la ejecución del proyecto social, pueden dividirse en áreas tales como: terrenos, infraestructura, prevención y mitigación ambiental, maquinarias y equipos, desarrollo de recursos humanos y planificación de la operación.

4.1.1. Vida útil.

El proyecto está destinado a poseer una vida útil de 20 años, en los cuales se le dará completa satisfacción a las necesidades de la población, de igual modo contribuir al desarrollo de la comunidad ya que se eliminarán factores de enfermedades, ciclos de recolección de agua y otros factores que aquejan a la comunidad.

4.1.2. Tasa de cambio

Los valores monetarios están estimados en córdobas y dólares, con una tasa de cambio por el Banco Central con fecha 16 de octubre del 2019: \$ 1(Un Dólar Americano) = C\$ 33.6039 (Córdobas).

La moneda a utilizar será el córdoba, porque los gastos fueron estimados en córdobas y todo lo referente al presupuesto es en córdobas.

4.2. Inversión del proyecto.

En esta sección se analizan los diferentes factores e instrumentos utilizados en esta obra y los costos de cada uno de dichos factores.

4.2.1. Activos fijos

Terrenos

Se cuenta con escrituras de legalidad a favor de la comunidad Anita para el predio de la fuente como para el predio del tanque de almacenamiento, por tanto, la inversión en terrenos es cero.

Edificaciones

Se realizará una caseta de control en la estación de bombeo, la cual estará resguardada y operada por una persona cuya su función principal será vigilar la entrada del lugar solo permitiendo personal autorizado que den mantenimiento al sitio y operar la bomba en su encendido y apagado.

La inversión total en edificaciones es de **C\$ 620, 371.41** siendo el rubro de inversión más alto, asumiendo que la mano de obra es contratada.

Cuadro 22 Cálculo de costo de edificaciones. Ver anexo.

Presupuesto de Construcción de Sistema de Agua Potable y Saneamiento en La Comunidad ANITA					
No	Actividad	Unidad	Cantidad	Costo Unitario U\$	Costo Total U\$
1.00	Muestreo de Calidad de Agua por fuente	c/u	1,00	300,00	300,00
2.00	Construcción de un Sistema de Agua Potable por Bombeo Eléctrico (MABE)	Global	1,00	1500,00	22,004.11
2.10	Obra de Captación	Global	1,00	2100,00	2100,00
2.20	Cárcamo de bombeo	Global	1,00	1200,00	1200,00
2.30	Caseta para paneles de bomba	c/u	1,00	700,00	700,00
2.40	Energización del sitio de captación	c/u	1,00	1500,00	1500,00
2.50	SUMINISTRO E INSTALACION DE BOMBA C/MOTOR SUMERGIBLE DE 1 HP, Q=10 GPM, CTD=48.499 m, 1/60/230 v Y PANEL DE CONTROL BOX, con su panel de control de 1 HP, boya guarda nivel eléctrica y cable sumergible	c/u	1,00	1500,00	1500,00
2.60	SARTA DE DESCARGA DE Ho. Go. + Ho. Fo. + VALVULAS Diám. = 1 1/4" Y PEDESTALES	c/u	1,00	1300,00	1300,00
2.70	Línea de impulsión tubería PVC Ø 1.25 plg SDR 26	ml	210,00	2,00	420,00
2.90	Construcción tanque de almacenamiento	P/Gln	184,41	1,00	184,41
2.10	Red de distribución tubería PVC Ø 1½ plg SDR 26	ml	2200,00	1,5	3300,00
2.13	Tomas de Patios con Medidor	c/u	30,00	90,00	2700,00
2.14	Sistema de tratamiento (Pulzatron)	c/u	1,00	180,00	180,00
COSTO DIRECTO					15384,41
INDIRECTOS				4%	615,38
ADMON				6%	923,06
UTILIDADES				10%	1538,44
TOTAL					18461,29

Fuente: Elaboración propia.

Maquinaria

Este proyecto no tendrá necesidad de comprar maquinaria para la realización de las diferentes actividades de excavación, mejoramiento ni traslado de materiales ya que los equipos a utilizar serán suministrados por el contratista encargado del desarrollo de la obra.

Equipos

En esta obra el equipo que será utilizado es la bomba de extracción del agua del pozo la cual es una bomba de 1 Hp de 110V, con un caudal de 10 gpm y con un diámetro de salida de 1.25 pulgadas. Este elemento posee un costo de **C\$29,486.79** córdobas netos.

Cuadro 23 Costo de Equipo. Ver en anexo.

CONCEPTO	U/M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO EN C\$	TOTAL
BOMBA	Unidad	1	C\$ 29,486.79	C\$ 29,486.79
TOTAL	C\$ 29,486.79			

Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Activos diferidos

Para el arranque del proyecto es necesario la gestión legal de los terrenos, así como la elaboración de los estudios correspondientes, el costo total se puede ver a continuación.

Cuadro 24 Activos diferidos. Ver en anexo.

ESTUDIOS PREVIOS	
Estudio de prefactibilidad	C\$23,915.5
TOTAL	C\$23,915.5

Fuente: Elaboración propia

Por lo anteriormente establecido, se puede decir que la inversión total del proyecto es de **C\$ 673,773.7**

Cuadro 25 Inversión total. Ver en anexo.

ACTIVOS FIJOS	C\$ 649,858.2
ACTIVOS DIFERIDOS	C\$ 23,915.50
TOTAL	C\$673,773.7

Fuente: Elaboración propia

Es importante señalar que siendo el FISE y la alcaldía las instituciones dueñas del proyecto y dado que esta es una institución exenta del pago de impuestos, no se estiman depreciaciones ni amortizaciones para los activos fijos y diferidos calculados respectivamente.

4.2.3. Costos de operación

Salarios del personal.

Se considera un pago anual para el personal que laborará, papelería, insumos de cloración y pago mensual del servicio de energía eléctrica.

Cuadro 26 Costos de Administración. Ver en anexo.

Costo Anuales de Administración		
AGUA POTABLE COMUNIDAD "ANITA"		
Tipo de proyecto: Mini Acueducto por bombeo eléctrico.	Anita, Jinotega, Jinotega.	
Ítem	Mensual C\$	Anual C\$
Salarios	1,100.00	13,200.00
Total		C\$13,200.00

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 27 Costos varios. Ver en anexo.

CONCEPTO	U/M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO EN C\$	TOTAL C\$
INSUMOS (CLORO)	S/M	12	46.69	560.28
SERVICIOS BÁSICOS	S/M	12	1,000.00	12,000.00
TOTAL		12,560.28		

Fuente: Elaboración propia

Costos de mantenimiento

Los costos de mantenimiento comprenden los gastos en reparaciones menores en paredes y piso de los módulos sanitarios, de los filtros y sustitución de accesorios que se dañen en la red de agua como la de recolección de las aguas servidas de los módulos sanitarios y el sistema de tratamiento y los gastos de las restantes instalaciones. Los Costos anuales de Mantenimiento ascienden a C\$ 12, 304.80.

Cuadro 28 Costo de mantenimiento. Ver en anexo.

Descripción	Frecuencia	C\$ Mensual	C\$ Anual
Desinfección y limpieza captación y tanque	Mensual	1,025.40	12,304.80
Reparación de Línea y Red de Distribución	Mensual		
Reparación de Línea y Red de Distribución	Mensual		
Reparación de tanque de Almacenamiento	Mensual		
Mantenimiento de Válvulas	Mensual		
Reposición del clorador	Mensual		

Fuente: Elaboración propia

Los costos totales de operación anualmente incrementarán según el ritmo de la inflación estimándose un 3.89%.

Cuadro 29 Resumen de Costos Totales. Ver en anexo.

COSTOS DE INSUMOS	12,560.28
COSTOS DE ADMINISTRACIÓN	13,200.00
COSTOS DE MANTENIMIENTO	12,304.8
COSTOS TOTALES ANUALES	C\$38,065.08

Fuente: Elaboración propia

4.2.4. Ingresos

En Nicaragua existe un sistema de organización para la administración del agua que son los Comités de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento (CAPS), en dichos comités se han establecido los siguientes rangos de tarifas:

Cuadro 30 Tarifas según CAPS. Ver en anexo.

Rango de Consumo m ³	Costo Domiciliar C\$
0.0-10.0	8.5
10.1- 20.0	10.0
20.0 – Mas	12.0

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 31 Ingresos. Ver en anexo.

Año	Población (Hab.)	Cantidad de viviendas	Habitantes por vivienda	Consumo mensual de Viviendas	Consumo anual de Viviendas	Costo de funcionamiento anual	Tarifa anual por vivienda	Ingreso anual
1	180	46	4	103.68	1244.16	38065.08	30.60	1416.11
2	184	47	4	105.98	1271.81	39545.81	31.09	1471.20
3	189	49	4	108.86	1306.37	41084.14	31.45	1528.43
4	194	50	4	111.74	1340.93	42682.32	31.83	1587.88
5	199	51	4	114.62	1375.49	44342.66	32.24	1649.65
6	204	52	4	117.50	1410.05	46067.59	32.67	1713.82
7	209	54	4	120.38	1444.61	47859.62	33.13	1780.49
8	215	55	4	123.84	1486.08	49721.36	33.46	1849.75
9	220	57	4	126.72	1520.64	51655.52	33.97	1921.71
10	226	58	4	130.18	1562.11	53664.92	34.35	1996.46
11	232	60	4	133.63	1603.58	55752.48	34.77	2074.13
12	238	61	4	137.09	1645.06	57921.25	35.21	2154.81
13	244	63	4	140.54	1686.53	60174.39	35.68	2238.63
14	251	65	4	144.58	1734.91	62515.17	36.03	2325.71
15	257	66	4	148.03	1776.38	64947.01	36.56	2416.18
16	264	68	4	152.06	1824.77	67473.45	36.98	2510.17
17	271	70	4	156.1	1873.15	70098.17	37.42	2607.82
18	278	71	4	160.13	1921.54	72824.99	37.90	2709.26
19	285	73	4	164.16	1969.92	75657.88	38.41	2814.65
20	292	75	4	168.19	2018.30	78600.97	38.94	2924.14

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, se muestra el cálculo de los ingresos aproximados del proyecto, estimando los consumos de la población, utilizando inicialmente el precio a propuesta de las CAPS que cubre nada más los costos de funcionamiento.

4.2.5. Flujo neto de efectivo (FNE) usando tarifa social

En vista de las tablas anteriores, se ha realizado el FNE con tarifa social, el cual se muestra a continuación.

Cuadro 32 FNE con Ingresos sociales. Ver en anexo.

AÑOS	INGRESO	COSTOS TOTALES	INVERSIÓN	FNE
0			C\$1.559.610,09	(C\$1.559.610,09)
1	C\$1.416,11	C\$38.065		(C\$36.648,97)
2	C\$1.471,20	C\$39.546		(C\$38.074,61)
3	C\$1.528,43	C\$41.084		(C\$39.555,72)
4	C\$1.587,88	C\$42.682		(C\$41.094,43)
5	C\$1.649,65	C\$44.343		(C\$42.693,01)
6	C\$1.713,82	C\$46.068		(C\$44.353,76)
7	C\$1.780,49	C\$47.860		(C\$46.079,13)
8	C\$1.849,75	C\$49.721		(C\$47.871,60)
9	C\$1.921,71	C\$51.656		(C\$49.733,81)
10	C\$1.996,46	C\$53.665		(C\$51.668,45)
11	C\$2.074,13	C\$55.752		(C\$53.678,36)
12	C\$2.154,81	C\$57.921		(C\$55.766,45)
13	C\$2.238,63	C\$60.174		(C\$57.935,76)
14	C\$2.325,71	C\$62.515		(C\$60.189,46)
15	C\$2.416,18	C\$64.947		(C\$62.530,83)
16	C\$2.510,17	C\$67.473		(C\$64.963,28)
17	C\$2.607,82	C\$70.098		(C\$67.490,35)
18	C\$2.709,26	C\$72.825		(C\$70.115,73)
19	C\$2.814,65	C\$75.658		(C\$72.843,23)
20	C\$2.924,14	C\$78.601		(C\$75.676,83)

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar, bajo este escenario, todos los flujos son negativos por lo que este caso merece un análisis de otro tipo que posterior a la tarifa social, considerando beneficios sociales e ingresos por tarifa privada.

4.3. Análisis de beneficio

Dentro de los principales beneficios generados por el proyecto se ha establecido la *reducción de enfermedades* de tipo infeccioso, entre ellas: la diarrea, tos y refriados. Dado que el proyecto alcanza el objetivo de mejorar las condiciones salubres, se espera una reducción en porcentaje en el gasto que tienen las familias a la hora de enfermarse, según datos del Ministerio de Salud (MINSA) en promedio una familia gasta aproximadamente C\$4800 anuales cada vez que se enferman, según la Organización Mundial de la Salud cuando un sistema de abastecimiento de este tipo se establece que los beneficios pueden variar desde un 6 a un 90%, si se asume el rango menor del 6% se puede establecer el siguiente ahorro como beneficio.

Cuadro 33 Ahorro en Gastos de Enfermedades. Ver en anexo.

AÑOS	POB.	POB. QUE SE ENFERMA %	POBLACIÓN QUE SE ENFERMA	GASTOS POR ENFERMEDAD POR PERSONA ANUAL (C\$)	GASTOS TOTALES (C\$)	AHORRO GENERADO POR EL PROYECTO %	AHORRO
0	175	60%		4800			
1	180	60%	108	5,072.64	547845.12	10%	54784.51
2	184	60%	110	5,360.77	591828.56	10%	59182.86
3	189	60%	113	5,665.26	642440.20	10%	64244.02
4	194	60%	116	5,987.04	696891.93	10%	69689.19
5	199	60%	119	6,327.11	755456.72	10%	75545.67
6	204	60%	122	6,686.49	818426.12	10%	81842.61
7	209	60%	125	7,066.28	886111.57	10%	88611.16
8	215	60%	129	7,467.65	963326.23	10%	96332.62
9	220	60%	132	7,891.81	1041718.58	10%	104171.86
10	226	60%	136	8,340.06	1130912.42	10%	113091.24
11	232	60%	139	8,813.78	1226877.84	10%	122687.78
12	238	60%	143	9,314.40	1330096.35	10%	133009.63
13	244	60%	146	9,843.46	1441082.27	10%	144108.23
14	251	60%	151	10,402.57	1566626.52	10%	156662.65
15	257	60%	154	10,993.43	1695187.26	10%	169518.73
16	264	60%	158	11,617.86	1840268.91	10%	184026.89
17	271	60%	163	12,277.75	1996362.75	10%	199636.27
18	278	60%	167	12,975.13	2164251.70	10%	216425.17
19	285	60%	171	13,712.12	2344772.09	10%	234477.21
20	292	60%	175	14,490.97	2538817.20	10%	253881.72

Fuente: Elaboración propia

4.3.1. Tasa mínima atractiva de rendimiento (TREMA)

Dado que este proyecto se encuentra dentro del cartero de proyectos sociales la TREMA que se usará será la Tasa Social de Descuento para Nicaragua, la cual está estimada en 8%.

4.3.2. Flujo Neto de Efectivo (FNE)

Para construir el FNE fue necesario ajustar dos factores, el primero fue utilizar una tarifa privada con un incremento anual del 10%, partiendo en el año 1 con una tarifa de C\$72, como se muestra a continuación.

Cuadro 34 Tarifa de CAPS. Ver en anexo

Año	Cantidad de viviendas	Tarifa mensual	Ingreso anual
0			
1	46	72	39468
2	48	79	45151
3	50	87	51653
4	52	95	59091
5	54	105	67600
6	56	115	77335
7	58	127	88471
8	61	139	101211
9	63	153	115785
10	65	169	132458
11	68	185	151532
12	71	204	173353
13	74	224	198316
14	77	247	226873
15	80	272	259543
16	83	299	296917
17	86	329	339673
18	90	361	388586
19	93	398	444543
20	97	437	508557

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestra el FNE usando la tarifa de los CAPS.

Cuadro 35 Flujo neto de efectivo usando Tarifa CAPS. Ver en anexo.

INGRESO	COSTOS TOTALES	INVERSION	FNE
		C\$673,773.70	(C\$673,773.70)
C\$39,468.00	C\$38,065		C\$1,402.92
C\$45,151.39	C\$39,546		C\$5,605.58
C\$51,653.19	C\$41,084		C\$10,569.05
C\$59,091.25	C\$42,682		C\$16,408.94
C\$67,600.39	C\$44,343		C\$23,257.73
C\$77,334.85	C\$46,068		C\$31,267.26
C\$88,471.07	C\$47,860		C\$40,611.45
C\$101,210.90	C\$49,721		C\$51,489.54
C\$115,785.27	C\$51,656		C\$64,129.75
C\$132,458.35	C\$53,665		C\$78,793.43
C\$151,532.35	C\$55,752		C\$95,779.87
C\$173,353.01	C\$57,921		C\$115,431.76
C\$198,315.84	C\$60,174		C\$138,141.45
C\$226,873.33	C\$62,515		C\$164,358.15
C\$259,543.08	C\$64,947		C\$194,596.07
C\$296,917.29	C\$67,473		C\$229,443.84
C\$339,673.38	C\$70,098		C\$269,575.21
C\$388,586.34	C\$72,825		C\$315,761.36
C\$444,542.78	C\$75,658		C\$368,884.90
C\$508,556.94	C\$78,601		C\$429,955.97

Fuente: Elaboración propia

Al analizar los indicadores financieros producto de una tarifa privada se puede observar que esto permite una recuperación de la inversión en un periodo (PRI) de 13 años con un Valor Actual Neto (VAN) de C\$ 159,991.99, lo que indica que el proyecto es rentable usando tarifa privada y una Tasa Interna de Retorno del 9.6% que es mayor que la TREMA todos los indicadores muestran

que usando una tarifa privada inicial de C\$72 por metro cubico el proyecto es rentable y se podrán realizar reinversiones en el futuro.

4.3.3. Análisis de sensibilidad

En este caso se propone realizar el análisis de sensibilidad para observar el comportamiento del precio usando una tarifa diferente a la propuesta por el CAPS.

Producto del análisis se obtuvo que para que el VAN sea cero debe utilizarse una tarifa de C\$ 57, esta tarifa es el punto de equilibrio del proyecto.

Cuadro 36 Flujo neto de efectivo usando Tarifa CAPS. Ver en anexo.

Año	Cantidad de viviendas	Tarifa mensual	Ingreso anual
0		57	
1	46	63	34733
2	48	69	39735
3	50	76	45457
4	52	84	52002
5	54	92	59491
6	56	101	68057
7	58	111	77858
8	61	123	89069
9	63	135	101895
10	65	148	116568
11	68	163	133354
12	71	180	152557
13	74	197	174525
14	77	217	199656
15	80	239	228407
16	83	263	261298
17	86	289	298924
18	90	318	341970
19	93	350	391213
20	97	385	447548

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo V: Conclusiones Y Recomendaciones

5.1. Conclusiones.

Una vez concluido el estudio de perfil, se puede concluir lo siguiente:

- La realización del Proyecto de Abastecimiento de Agua Potable para la comunidad Anita beneficiaría con su implementación a un total de 175 habitantes y después de 20 años que es el periodo de diseño propuesto, se espera beneficiar aproximadamente un total de 292 habitantes, mejorando así la calidad y condiciones de vida.
- Se diagnosticó la situación actual de la zona, identificando y constatando la problemática de la comunidad la cual consistía en un déficit de abastecimiento de agua para 45 viviendas.
- Durante el estudio se determinó la fuente de abastecimiento para la construcción del MABE, tanto el aforo realizado como la dotación cumple con la demanda para una población estimada y proyectada de 20 años.
- Sé realizo un análisis exhaustivo de los indicadores financieros, producto de una tarifa privada que permitió la recuperación de la inversión indicando así la rentabilidad del proyecto.

5.2. Recomendaciones.

Una vez construido este proyecto es importante tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Se deberán impulsar charlas a los habitantes de la comunidad Anita sobre el uso adecuado del recurso natural del agua.
- Realizar análisis bacteriológicos a la fuente una vez al año.
- Hacer énfasis en la población en proteger esta inversión (obra de captación) ya que, necesita mantenimiento gradual para cumplir con el periodo de diseño propuesto.

Bibliografía

- Acometida de agua potable.* (s.f.). Obtenido de Diseños Mecánicos, S.A.
- Activo intangible.* (2016). Obtenido de [www.economiasimple.net](http://www.economiasimple.net/glosario/activo-intangible):
<http://www.economiasimple.net/glosario/activo-intangible>
- Angarita, R. (s.f.). Obtenido de Fuentes Abastecimiento.
- BANCO MUNDIAL. (2012). *Trabajos Técnicos del departamento de Medio Ambiente.* Obtenido de Banco Mundial.
- Banco Mundial. (2016). *Guía para la Evaluación Económica y Financiera.*
- Definición de Activos fijos.* (2016). Obtenido de www.wikipedia.org:
<https://es.wikipedia.org/activofijo>
- Definición de Diseño.* (2008). Obtenido de www.definiciones.com:
<http://conceptodefinicion.de/diseño/>
- Definiciones usuales en Hidráulica.* (1987). Obtenido de Wikipedia.com:
https://es.wikipedia.org/wiki/anexo:definiciones_usuales_en_hidr%C3%A1ulica.#Dotaci.c3.B3n.
- Dumrauf. (2006). *Cálculo Financiero.* Obtenido de Dumrauf.
- ENACAL. (1989). *Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural.* Obtenido de ENACAL.
- ENACAL. (Marzo de 2006). *ABC sobre el recurso agua y su situación en Nicaragua.* Obtenido de www.enacal.com.ni:
www.enacal.com.ni/media/imgs/información/ABCdelagua2.pdf
- FISE. (2007). *Operación y Mantenimiento del Mini Acueducto por Gravedad.* Obtenido de FISE.
- FISE. (2008). *Operación y Mantenimiento del Mini Acueducto por Gravedad.* Obtenido de FISE.
- Guía de diseño de proyectos sociales.* (2011). Obtenido de cempoplanes y proyectos:
<https://sites.google.com/site/disenodeproyectosociales/capitulo-xii>
- INAA. (1989). *Diseño de Abastecimiento de abastecimiento en el Medio Rural y Saneamiento Básico Rural.* Managua.

- Perez, J. (2009). *Definición de Inversión*. Obtenido de <http://definicion.de/inversion/>
- Población de Diseño y Demanda de Agua*. (s.f.).
- Restrepo, F. C. (2006). *Tasa social de descuento*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/>
- Sauvy, A. (1991). *Estudio de la Población*.
- SNIP. (2001). *Guía de formulación y evaluación de proyectos de inversión*.
- SNIP. (2008). *Metodología Agua*. Obtenido de SNIP: <http://www.snip.gob.ni/Docs/metodologias/MetodologiaAgua.pdf>
- Tarifas Vigentes*. (2017). Obtenido de www.tarifasvigentes.com: <http://www.aguasyaguas.com>
- Urbina, G. B. (2013). *Formulación de Proyectos*. Mexico DF: McGraw-Hill.
- Vilar, J. (1992). *Diagnóstico de situación*. Obtenido de Dialnet.

ANEXOS

ENCUESTA

La presente encuesta tiene como objetivo obtener datos actuales y precisos sobre los aspectos sociales y económicos de la comunidad Anita, que servirán para obtener los resultados del estudio socioeconómico, para la construcción del Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico.

Marque con una X las siguientes preguntas.

1- Personas que habitan en la vivienda por rango de edades (Años):

0-5 6-15 16-25 26-35 >36

2- Nivel de escolaridad de los pobladores de la comunidad de la virgen
No.2:

Ninguna_____ Preescolar_____ Primaria_____ Secundaria_____
Estudios Técnicos_____ Estudios Superiores_____

3- Números de personas que trabajan:

Dentro de la comunidad Hombre_____ Mujer_____
Fuera de la comunidad Hombre_____ Mujer_____

4- Ingresos económicos del Mes

Ninguno_____ < C\$200_____ C\$201- C\$400_____ C\$401-C\$600_____
C\$601-C\$800_____ C\$801-C\$1000_____ >C\$1000_____

5- Ocupación de las personas en el hogar:

Agricultura____ Ganaderos____ Jornaleros____ Comercio____
Otros____

6- Cuentan con servicio de agua potable

Si____ No____

7- Qué tipo de sistema de agua potable tiene:

MAG____ MABE____ PEMBM____ PPBM____ OTRO____

8- Como se abastecen en la comunidad Anita

Vecino____ Quebrada____ Ojo de agua____ Lluvia____

9- Quien acarrea el agua

¿Hombres____ Mujeres____ Niños____ Otro____ Quien? ____

10-Tiempo que invierten por día en el acarreo del agua.

1hora____ 2hora____ 30minutos____

11-¿En que almacenan el agua?

Barriles____ Bidones____ Pilas____

12-Como mantienen los recipientes.

Tapados____ destapados____

13-Calidad del agua consumida.

Buena_____ Mala_____

14- Condiciones del agua que consumen.

Mal sabor_____ Mal olor_____ Tiene color_____

15- Tienen problemas de acceso /agua

Si_____ No_____

16- Disponibilidad de aportar a solucionar el problema.

Si_____ No_____ Porque_____

17-Cuanto estaría dispuesto a pagar por este servicio al día?

C\$15_____ C\$30_____ C\$50 _____ C\$70_____ lo que cueste_____

18- Enfermedades padecidas durante el año pasado y rango de edades.

Diarrea _____	-5_____	6-15_____	16-25_____	>26_____
Tos_____	-5_____	6-15_____	16-25_____	>26_____
Resfriados_____	-5_____	6-15_____	16-25_____	>26_____
Malaria_____	-5_____	6-15_____	16-25_____	>26_____
Parasitosis_____	-5_____	6-15_____	16-25_____	>26_____
Infección renal_____	-5_____	6-15_____	16-25_____	>26_____
Tifoidea_____	-5_____	6-15_____	16-25_____	>26_____
Hepatitis_____	-5_____	6-15_____	16-25_____	>26_____
Infecciones dérmicas_____	-5_____	6-15_____	16-25_____	>26_____
Otras_____	-5_____	6-15_____	16-25_____	>26_____